

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

На правах рукописи



ЮРГИН ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ

**РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТЕЙНЕРОВ–ТРАНСФОРМЕРОВ**

2.9.9 – Логистические транспортные системы

Диссертация на соискание учёной степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Панфилов Алексей Викторович

Ростов-на-Дону

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ И ЛОГИСТИКА МЕЛКОПАРТИОННЫХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ	11
1.1 Современное состояние рынка мелкопартионных перевозок грузов	16
1.2 Инновационные технологии организации городских перевозок.....	20
1.2.1 Транспортно-логистические технологии ООО «СЕЛЬГА»	20
1.2.2 Логистическая деятельность грузового Яндекс Такси и перспективы развития.....	31
1.3 Транспортно-логистические технологии контейнерных перевозок.....	35
1.4 Мировая практика организации мелкопартионных перевозок грузов	37
1.5 Направления развития технологии использования складных контейнеров с различными механизмами трансформации в условиях цифровизации процессов	40
1.6 Выводы по главе.....	53
2. ПРОГРАММНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ГОРОДСКИХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК И ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	55
2.1. Техничко-экономическая оценка использования складных контейнеров в городских перевозках	55
2.2 Имитационная платформа AnyLogic для создания модели перевозок грузов в городской среде.....	64
2.3 Алгоритм организации перевозок грузов с использованием складного контейнера на автомобильном транспорте в условиях городской среды.....	73
2.4 Определение технико-эксплуатационных параметров работы системы доставки грузов с использованием складных контейнеров в городской среде с использованием модифицированной имитационной модели	100
2.5 Выводы по главе.....	106
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКЛАДНОГО КОНТЕЙНЕРА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ИМИТАТОРОВ	108
3.1 Основные параметры и допущения проведения эксперимента	108

3.2 Разработка мобильного приложения для испытаний системы доставки грузов с использованием складных контейнеров	112
3.3 Экспериментальное определение технико-эксплуатационных параметров работы системы доставки грузов с использованием складных контейнеров в городской среде.....	137
3.4 Выводы по главе.....	141
4 ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО СОЗДАНИЮ МАКЕТА И ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА СКЛАДНОГО КОНТЕЙНЕРА.....	142
4.1 Разработка макета складного контейнера	142
4.2 Разработка опытного образца складного контейнера	144
4.3 Испытания опытного образца складного контейнера.....	147
4.4 Разработка методики составления транспортно-технологических карт для операций с использованием складного контейнера на автомобильном транспорте в городской среде.....	154
4.5 Выводы по главе.....	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	158
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	160

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года предусматривает ускоренное внедрение новых технологий, повышение комплексности транспортно-логистических услуг за счёт достижения рационального баланса между тарифами, объёмом и качеством транспортных услуг, развития транспортно-технологических решений. Повышение производительности труда и снижение себестоимости транспортных услуг определены как важная часть стратегии развития, при этом городским перевозкам груза уделено особое внимание при формировании транспортного каркаса объектов, объединённых интенсивными экономическими, в том числе трудовыми и социальными, связями.

Особое место в этой сфере занимает цифровизация и интенсификация перехода к технологиям цифровой экономики, транспорта и логистики. В части сферы анализа и принятия решений на транспорте. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года предусматривает внедрение цифровых двойников инфраструктуры, которые способствуют снижению затрат на проектирование, содержание и эксплуатацию объектов транспортной инфраструктуры. Внедрение систем анализа и моделирования объектов транспортной инфраструктуры, статического и динамического моделирования транспортных потоков определено как основной метод достижения требуемых показателей.

На современном этапе наблюдаются трансформация рынка грузовых автомобильных перевозок, связанная с достижениями научно-технологического прогресса, коммерциализацией разработок и внедрением платформенных решений, объединяющих технологии глобальных спутниковых навигационных систем, интернета вещей и нового уровня развития личных мобильных устройств [1].

С учётом перечисленного выше актуальность выбранной темы исследования обуславливается необходимостью поиска решений, направленных на использование новых технологий в сфере логистики и транспорта, в том числе

объектов интернета вещей, новых платформенных решений и индивидуальных мобильных устройств.

К перспективным и динамично развивающимся сегментам транспортно-логистического рынка относятся контейнерные перевозки, обеспечивающие мультимодальность и мобильность, сокращая временные и стоимостные параметры перевозок за счет эффективности организации начально-конечных операций и терминальных операций при перевалке грузов. Перспективным направлением является сокращение издержек, связанных с организацией перевозок контейнеров в обратном (порожном) направлении с использованием контейнеров-трансформеров. Контейнеры-трансформеры представляют собой технологически инновационные складные грузовые контейнеры, способные адаптироваться к различным условиям транспортировки и изменять свой размер, совершенствуя использование внутреннего пространства, обеспечивая защиту груза и улучшая процессы транспортировки. Исследование функциональных возможностей контейнеров–трансформеров и решение конкретных проблем маршрутизации транспортных средств в городских перевозках, связанных с эффективным распределением и транспортировкой различных грузов, включая вопросы экономии времени, денежных средств и ресурсов при множестве транспортных маршрутов, имеет практическое значение для развития современной транспортной отрасли страны и его результаты могут стать основой для улучшения инфраструктуры и совершенствования грузоперевозок в различных сферах экономики. Вышеприведенные задачи и научные проблемы определяют актуальность темы исследования.

Степень разработанности темы исследования. Основные научные положения грузовых контейнерных перевозок разработаны в трудах Н.С. Воронина, А.Э. Горева, А.Л. Кузнецова, А.В. Кириченко, А.Д. Семёнова, О.В. Поповой, Д.В. Ушакова, О.Д. Покровской, Mauro Dell'Amico, Natalia Selini Nadjidimitriou и других.

Вопросы, связанные с городскими перевозками рассматривались в трудах В.В. Зырянова, Д.А. Дрючина, Т.В. Коноваловой, М. Р. Якимова,

Ю.В.Трофименко, М. Я. Блинкина, В.В. Нагорного, В. В. Сильянова, С.В.Жанказиева, С. А. Ваксмана, И. Н. Пугачева, Л.С. Трофимовой и других.

Перевозка мелкопартионных грузов в контексте изучения систем распределения и товародвижения рассматривается в трудах А. М. Гаджинского, В. А. Гудкова, Л. Б. Миротина, В. С. Лукинського, В. Д. Герами, И. В. Спирина, Е. Е. Витвицкого, К. С. Подшиваловой, Louis Faugère, Walid Klibi и других.

Вопросы логистики организации перевозок грузов рассматриваются в работах А.Н. Новикова, В.М. Курганова, А. Ю. Тюрина, В. И. Рассохи и А.Н.Рахмангулова.

Несмотря на большое число исследований, на наш взгляд недостаточно уделено внимания вопросам использования контейнеров (в том числе складных) в городских перевозках грузов.

Целью диссертационного исследования является обоснование технологических решений для создания и использования парка контейнеров–трансформеров с интегрированными в конструкцию цифровыми логистическими продуктами, для достижения которой определены следующие **задачи**:

1. Произвести анализ количественной и качественной структуры парка транспортных средств, технологических процессов погрузочно–разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций в городских перевозках и механизмов, применяемых в складываемых контейнерах.

2. Разработать положения методики формирования количественной и качественной структуры парка контейнеров–трансформеров с учётом цифровых логистических продуктов, особенностей конструкции, возможности одновременной перевозки на транспортных средствах нескольких складных контейнеров на основе имитационной платформы Anylogic для различных организационно–производственных условий.

3. Разработать мобильные приложения на основе цифровых логистических продуктов для клиента и перевозчика с использованием индивидуальных мобильных устройств для испытания модифицированной имитационной модели организации контейнерных городских перевозок.

4. Разработать конструкцию опытного образца контейнера-трансформера с использованием интегрированных в его структуру цифровых логистических продуктов и провести его макетные и производственные испытания.

Объектом исследования являются транспортно-логистические и технологические решения использования контейнеров–трансформеров в городских перевозках.

Предметом исследования является разработка транспортно-логистических технологий на основе специальных контейнеров общего назначения с интегрированными в конструкцию цифровыми логистическими продуктами и автоматическим механизмом трансформации из материала эйрдек.

Научная новизна:

1. Разработана модифицированная имитационная модель определения количественной и качественной структуры парка складных контейнеров с учётом организационно–производственных условий, погрузочно–разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций, отличающаяся учётом координат складных контейнеров в пространстве и времени, с учётом возможности одновременной перевозки нескольких контейнеров на одном транспортном средстве (ТС).

2. Создан метод определения количественной и качественной структуры парка контейнеров–трансформеров для городских перевозок на основе имитационной платформы Anylogic, отличающийся учётом условий транспортной сети города с использованием цифровых логистических продуктов, особенностей конструкции, учитывающий возможность одновременной перевозки нескольких контейнеров на ТС.

3. Разработана технология организации грузовых городских перевозок на основе использования новой грузовой единицы – контейнера-трансформера.

Практическая значимость:

1. Разработана конструкция макета и опытного образца контейнера-трансформера с интегрированными в его структуру цифровыми логистическими

продуктами и механизмом автоматизированной трансформации, прошедшая производственные испытания.

2. Созданы имитаторы для индивидуальных клиентов и перевозчиков контейнеров-трансформеров на основе цифровых логистических продуктов, отображающий транспортную сеть, работу контейнера-трансформера для проведения тестирования программного обеспечения.

3. Разработана методика составления транспортно–технологической карты доставки грузов контейнерами-трансформерами, учитывающая характеристики транспортной сети, положение складного контейнера в пространстве и времени, учитывающая возможность одновременной перевозки нескольких контейнеров на транспортном средстве.

Теоретико–методологической основой являются научные работы учёных в области организации и управления логистическими и транспортно–технологическими системами доставки грузов, методы компьютерного моделирования, методы экономико–математического моделирования, статистические и экспериментальные данные, а также законодательные, нормативные и программные документы РФ по вопросам государственной транспортной политики.

Положения, выносимые на защиту:

1. Реализация принципиально новых транспортно-логистических технологий на основе алгоритма доставки грузов в городских перевозках с использованием контейнеров, отличающийся последовательностью операций и использующий в качестве транспортной единицы складные контейнеры.

2. Реализация принципиально новых транспортно-логистических технологий с использованием модифицированной имитационной модели на основе платформы Anylogic, учитывающая особенности складного контейнера, его положение в пространстве и времени и учитывающая возможность одновременной перевозки нескольких контейнеров на транспортном средстве.

3. Реализация принципиально новых транспортно-логистических технологий на основе имитатора для мобильных устройств клиента, перевозчика

и контейнера-трансформера, позволяющие проверить достоверность модифицированной имитационной модели в реальных условиях городской среды, отличающаяся учётом технических параметров контейнера-трансформера, в том числе времени его складывания и раскладывания.

4. Методика определения количественной и качественной структуры парка контейнеров–трансформеров и транспортных средств для городских перевозок с использованием IT–технологий и возможности одновременной перевозки нескольких контейнеров на одном транспортном средстве, повышающей эффективность.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.9.9 «Логистические транспортные системы»: пункт 5 «Принципиально новые транспортно–логистические технологии грузовых и пассажирских перевозок на основе использования новых видов подвижного состава видов транспорта и грузовых единиц», пункт 9 «Организационно–технологические решения в области интеллектуализации и цифровизации транспортно–логистических процессов, идентификации и мониторинга объектов и процессов».

Апробация полученных результатов. Основные положения исследования докладывались на национальной научно–практической конференции «Актуальные проблемы науки и техники. 2020», ДГТУ, г. Ростов–на–Дону, 2020 г., на городской конференции с международным участием «Молодёжная инициатива – 2020», на международном конкурсе научных работ и проектов «Умный город – 2020», на конкурсе инновационных проектов «Умный стартап 2021», в рамках встречи президента Российской Федерации В.В. Путина с молодыми предпринимателями, инженерами и учёными на ВДНХ 09.06.2022г. На всероссийском конкурсе «Умник–Сбер» в рамках программы «Умник» Фонда содействия инновациям, на федеральном конкурсе «Умная стипендия Центр Инвест 2021», на региональном конкурсе «Донская сборка», на международном фестивале «От винта», региональном конкурсе «Ты – инноватор».

В ходе работы над проектом были созданы модели контейнеров–трансформеров, демонстрирующие его работу в процессе перевозки грузов, которые представлялись на всероссийских и международных выставках.

Результаты исследования получили одобрение в рамках выполнения гранта по конкурсу «Развитие–НТИ/Автонет» Фонда содействия инновациям на тему «Разработка «умного» контейнера-трансформера «SmartBox» для оптимизации рынка транспортно-логистических услуг в условиях урбанизированной среды»

Публикации по теме исследования. По материалам диссертационной работы автором опубликовано 9 печатных работ, в том числе 7 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, один патент РФ, одно свидетельство по регистрации программы для ЭВМ.

Структура и объём работы – диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы, и 3 приложений. Работа изложена на 188 страницах машинописного текста, содержит 13 таблиц и 99 рисунков.

1. ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ И ЛОГИСТИКА МЕЛКОПАРТИОННЫХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ: СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

В современном мире наблюдается стремительный рост численности городского населения и уровень урбанизации, что значительно влияет на транспортные системы городов. По данным Росстата за 2022 год, около 68% населения Ростовской области проживает в городах. Этот факт подчеркивает важность эффективного функционирования городской транспортной инфраструктуры, в том числе в области малотоннажных грузовых перевозок.

Рост городского населения приводит к увеличению спроса на перевозки товаров и услуг, что, в свою очередь, требует достаточного уровня транспортного обеспечения [2]. Увеличение числа жителей городов создаёт значительные нагрузки на существующие системы грузовых перевозок. В условиях увеличения плотности застройки и ограниченного пространства для транспортных средств, становится актуальной необходимостью в малотоннажных перевозках. Они способны обеспечить более высокую манёвренность и гибкость, что позволяет эффективно справляться с доставкой товаров в условиях городской среды, где крупнотоннажные транспортные средства сталкиваются с различными ограничениями.

Развитие технологий в сфере малотоннажных перевозок открывает новые горизонты для оптимизации процессов логистики в городах. Важной частью анализа рынка перевозок грузов также является учёт современных технологий и тенденций в сфере перевозок грузов в различных организационно-производственных условиях [3].

В 2023 году на автомобильном транспорте в РФ была перевезена 6 491 млн. тонн, это более 71% грузов, перевезённых на всех видах транспорта, по отношению к 2022 году рост составил 5%.

Индекс цен на автомобильные перевозки грузов в процентах к 2022 году составил 104,5%. При этом инфляция в РФ в 2023 году составила 7,42%, что

говорит о преобладании транспортного предложения над спросом и высокой конкуренции. По оценкам экспертов эта ситуация возникла из-за переоценки предпринимателями ёмкости рынка, в данный момент многие перевозчики осуществляют перевозки грузов по тарифам ниже себестоимости, чтобы избежать простоя парка транспортных средств, который к концу 2024 года достиг по некоторым оценкам 30%.

В сфере корпоративных перевозок наблюдается тенденция к переходу на использование автотранспорта для удовлетворения внутренних нужд компаний. Согласно различным источникам, около 70–80 % всех грузов в России транспортируется корпоративными отделами логистики торговых и производственных организаций. В результате коммерческим автомобильным транспортом перевозится около 20–30 % от общего объема грузов, что составляет примерно 52 % грузооборота (за счет дальности перевозок). Увеличение доли ведомственных перевозок связано с желанием организаций оптимизировать процесс доставки и снизить затраты на транспортировку и хранение товаров посредством инсорсинга [4—7].

Следовательно, крупные компании, заинтересованные в организации перевозок, помимо своей основной деятельности, также выполняют функции логистических операторов (1PL услуги). В сотрудничестве со специализированными транспортно-логистическими фирмами они способствуют развитию инфраструктуры, включая склады, на уровне всей страны, а также в городах и их агломерациях [8-9]. В малом бизнесе, в отличие от крупных корпораций, распространен подход самообслуживания, когда владелец совмещает роли водителя и грузчика в одном лице. В России почти 60 % грузовых автомобилей находятся в собственности физических лиц. Увеличение числа грузовых машин достигается за счет прироста автопарка транспортных средств небольшой и средней грузоподъемности (таблица 1.1) [10].

Таблица 1.1

Структура парка грузовых автомобилей по категориям согласно
ГОСТ 52051 – 2003 [9]

Категория	Примечания	Доля, %
N ₁	Транспортные средства с технически допустимой максимальной массой не более 3,5 т	46,8
N ₂	Транспортные средства с технически допустимой максимальной массой свыше 3,5 т, но не более 12 т	26,2
N ₃	Транспортные средства с технически допустимой максимальной массой более 12 т	27,0

Помимо стремления к сокращению издержек, распространение мелкопартионных перевозок обусловлено растущим спросом на «быструю» доставку грузов, товаров, почты, интернет-заказов, продуктов и т.д. «до двери», связанную с развитием электронной коммерции и онлайн-торговли (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Динамика распределения спроса на складские помещения по группам арендаторов и покупателей [11]

В городах так называемая доставка «последней мили» осуществляется:

1) «самовывозом», когда получатель самостоятельно перевозит небольшую партию товаров с помощью собственного или арендованного грузового или легкового автомобиля для личных или коммерческих нужд;

2) силами грузоотправителей, использующих собственные или арендованные транспортные средства. Этот вариант стал особенно популярным

из-за высокой занятости городского населения, роста интернет-технологий и как последствия пандемии COVID-19.

В результате указанные тренды способствуют увеличению грузопотоков и созданию новых центров их формирования и поглощения, а также усложнению структуры этих потоков. При этом мощность каждой отдельно взятой грузовой струи уменьшается, что делает управление ими в крупных городах более сложным процессом по сравнению с региональным и национальным уровнями. [7, 11, 12, 13, 14, 15].

В исследованиях, посвящённых городской логистике, значительное внимание уделяется улично-дорожной сети городов, в частности, их загрузке различными видами транспорта [16]. В этом контексте была выдвинута гипотеза о том, что улично-дорожная сеть городов перегружена как транзитным, так и внутригородским грузовым транспортом. Данная гипотеза основана на наблюдениях, указывающих на рост интенсивности транспортных потоков в условиях увеличивающегося городского населения и их потребностей в перевозках [17].

Для проверки данной гипотезы было проведено исследование структуры транспортных потоков на нескольких участках улично-дорожной сети города Ростова-на-Дону. В рамках исследования были использованы методы объектного мониторинга и анализа, которые позволили получить объективные данные о движении грузового транспорта. В процессе измерения были зафиксированы параметры, такие как количество проходящих транспортных единиц, средняя скорость движения и время задержек на определённых участках дороги.

Результаты проведённого анализа подтвердили предположение о высокой нагрузке на улично-дорожную сеть города. Выявлено, что значительная доля трафика состоит именно из грузового транспорта, который вносит весомый вклад в общую загруженность улиц, что характерно для большинства городов. Это подтверждает необходимость дальнейшего всестороннего изучения особенностей функционирования грузовых перевозок в городских условиях.

В рамках регулирования транспортной ситуации в Ростове-на-Дону администрация города инициировала разработку проекта городского транспортного каркаса, целью которого является оптимизация транспортных потоков и улучшение качества городской среды. Одним из ключевых компонентов данного проекта является установление специальных зон в пределах городской территории, где запрещен въезд грузовому транзитному транспорту.

Несмотря на наличие ограничений, связанных с въездом грузового транзитного транспорта в определенные районы города, результаты исследования показали, что грузовые автомобили продолжают находиться во всех частях Ростова-на-Дону. В рамках комплексного анализа структуры транспортных потоков (рисунок 1.2) на нескольких ключевых участках улично-дорожной сети было выявлено, что в некоторых зонах доля грузового транспорта достигает до 30% от общего потока, что соответствует и другим работам, направленным на определение структуры транспортных потоков [18].

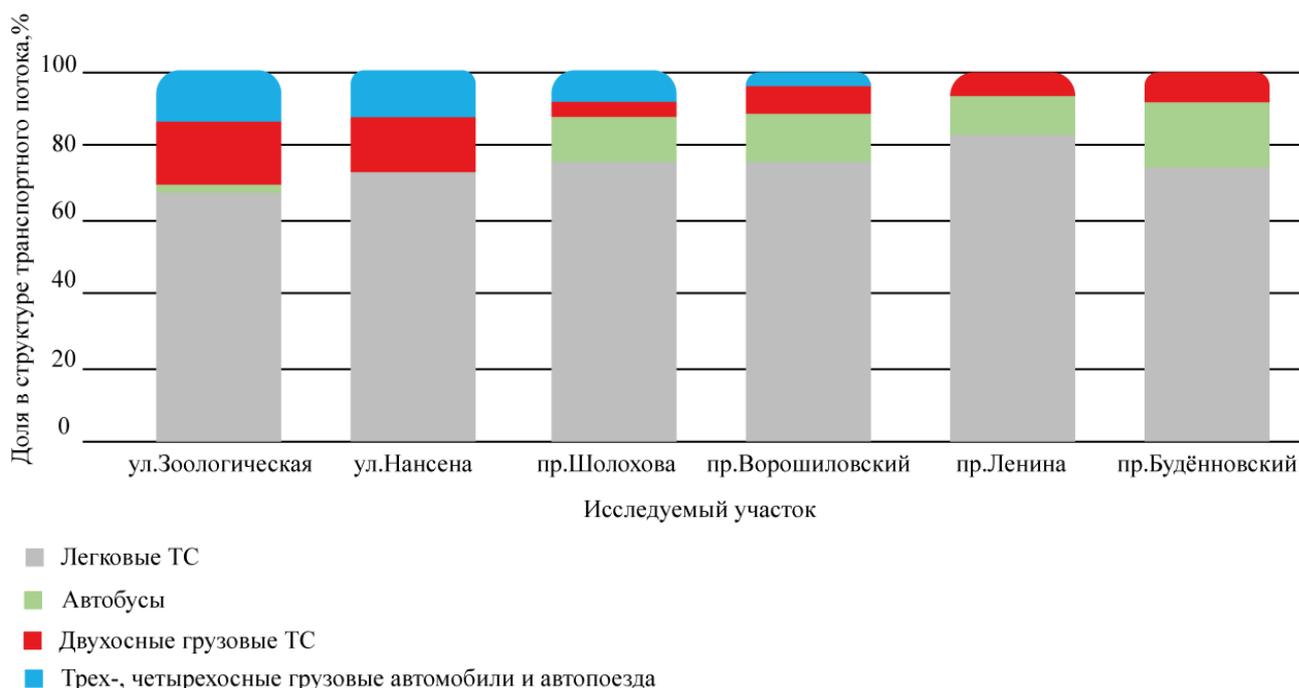


Рисунок 1.2 — Структура транспортных потоков

Существует несколько факторов, способствующих присутствию грузовых автомобилей в зонах с ограничениями.

Во-первых, это недостаточная информированность водителей о действующих правилах и запретах, что может быть следствием недостаточной кампании по информированию о проекте транспортного каркаса.

Во-вторых, это отсутствие эффективных мер контроля за соблюдением ограничений, что делает возможным игнорирование запретов.

Наконец, сложная логистика и необходимость доставки товаров в разные части города также могут побуждать водителей использовать маршруты, которые противоречат нормативным документам.

1.1 Современное состояние рынка мелкопартионных перевозок грузов

В данном исследовании рассматриваются мелкопартионные грузы. В современной транспортной практике к таким грузам относят предметы массой от 10 до 2000 кг. Мелкопартионные грузы являются активно развивающейся сферой перевозок, так как в последнее время происходит стремительный рост дистанционной торговли, развиваются крупные сетевые предприятия, а потребности в продовольственных товарах и перемещении других грузов в условиях городской среды остаются стабильно высокими [19, 20].

Осуществление перевозки грузов в городской среде — это важная часть сферы доставки, так как на неё приходится до 30% от общих затрат на осуществление перевозок, а в объёме транспортной работы данная деятельность составляет лишь 3% (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 — Транспортная работа и затраты при осуществлении мелкопартионных перевозок

Если провести анализ официальной статистической методологии формирования официальной статистической информации данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) об общем объеме коммерческой перевозочной деятельности грузового автомобильного транспорта, утверждённой приказом Росстата от 29 ноября 2013г. № 458, то можно выявить те критерии учёта, которые делают полученные данные в недостаточной степени объективными.

Базовая совокупность объектов наблюдения определяется исходя из номера Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД), заявленного лицом при регистрации. При этом, если лицо не указало данный ОКВЭД, то и учитываться их данные не будут. Если индивидуальные предприниматели заявили транспортную деятельность как дополнительную, её учёт также не будет осуществляться в соответствии с пунктом 3 официальной методологии. С малых предприятий данные собираются выборочно, методом интервью, а достоверность этих данных сложно проверить. Периодичность сбора информации – раз в 5 лет.

В статистическом сборнике Росстата дана лишь самая общая информация: объём перевозки грузов, грузооборот и средняя дальность перевозки одной тонны груза.

В результате на эти данные сложно ориентироваться, так как помимо обозначенных выше причин половина парка грузовых автомобилей принадлежит физическим лицам, которые не сдают отчёты по статистике.

Возможно определение объёма рынка грузовых автомобильных перевозок на основе открытых данных. Для определения объёма рынка может использоваться несколько различных формул в зависимости от набора исходных данных, характера рынка и предоставляемого товара (услуги).

Расчёт объёма рынка на основе оценки доли рынка компании выполняется по формуле 1.1.

$$V = \frac{V_i}{D_i}, \quad (1.1)$$

где V — объём рынка;

V_i — объём продаж i компании;

D_i — доля рынка i компании.

Объём рынка в денежном исчислении определяется по формуле 1.2.

$$Q = n * q * p, \quad (1.2)$$

Где n — число покупателей данного вида товара/услуги на рынке;

q — число покупок покупателя за исследуемый период времени;

p — средняя цена товара/услуги.

Для определения объёмов рынка в качестве исходных данных будет использоваться открытые данные транспортной компании «Грузовичков», она оказывает услуги по перевозке грузов, выпускает облигации, а соответственно, должна публиковать открытые отчёты о своей деятельности, результаты аудита.

В представленных отчётах для расчёта будет использоваться информация за 2019 год, так как экономическая ситуация в последующие годы была нестабильна, на объёмы перевозок оказывало влияние множество специфических факторов.

В качестве примера будет рассмотрен Санкт-Петербург, так как компания уже закрепила в данном регионе и достигла определённых стабильных параметров, выход на новые рынки, особенности его реализации могли бы вносить искажения в данные расчёта.

За 2019 год было выполнено 643 тыс. заказов в Санкт-Петербурге. Оборот 1 603 млн рублей. Количество автомобилей 1 364 шт.

Определим среднюю стоимость заказа по формуле 1.3.

$$p = \frac{O}{n}, \quad (1.3)$$

где p – средняя стоимость заказа руб;

O – оборот, руб;

n – количество заказов.

$$p = \frac{1\,603\,000\,000}{643\,000} = 2493 \text{ руб}$$

По оценкам экспертов около 81% рынка мелкопартионных перевозок в Петербурге — это небольшие частные перевозчики. 14% рынка принадлежит группе компаний «Грузовичкоф», ещё около 5% — компании «Газелькин» [21].

Определим объём рынка.

$$V = \frac{1603}{0,14} = 11\,450 \text{ млн руб}$$

Таким образом, анализ приведённых данных позволяет сделать вывод о том, что на рынке имеет место слабая консолидация — то есть отсутствие крупных конкурентов, которая при значительном объёме инвестиций позволяет новым сервисам достаточно быстро занять значимую долю рынка, а также вывод о том, что объёмы рынка достаточны для крупного долгосрочного инвестирования.

1.2 Инновационные технологии организации городских перевозок

1.2.1 Транспортно-логистические технологии ООО «СЕЛЬТА»

Выбор наиболее рационального способа осуществления перевозок является важнейшей частью функционирования предприятия в целом, также как подбор правильного сочетания грузоподъёмности и грузовместимости, технических характеристик транспортного средства и его габаритов. Эти параметры организации процесса перевозок напрямую влияют на конкурентоспособность и эффективность системы доставки товаров и грузов.

На процесс выбора транспортного средства могут оказывать влияние:

1) Характер перевозок, которые планируется осуществлять. Важно учитывать сезонность перевозок, партионность товара и мощность грузопотоков.

2) Условия, в которых будет происходить эксплуатация транспортного средства. Климат, в котором планируется эксплуатировать транспортное средство. Должны учитываться температура воздуха, его влажность, количество и род осадков.

3) Наличие или отсутствие особых требований ко времени, за которое будет осуществляться доставка грузов, к частоте грузовых отправок.

4) Планируемая себестоимость перевозочного процесса. Невозможно добиться осуществления перевозки по наименьшей стоимости с наибольшей скоростью, чаще всего это компромисс, поэтому важно определить приоритеты.

5) Возможность осуществлять перевозку грузов различной номенклатуры.

6) Способность доставки груза в любую точку территории.

При этом крупные торговые сети имеют свой парк подвижного состава, а его кардинальное изменение невозможно, так как требует серьёзных капиталовложений [22].

Для перевозки грузов в автотранспортном предприятии ООО «СЕЛЬТА», которое обслуживает ЗАО «ТАНДЕР» имеется различный подвижной состав. Это – одиночные автомобили и автопоезда различной грузоподъёмности.

Экономические показатели перевозочного процесса во многом зависят от правильного использования подвижного состава. Для перевозки грузов необходимо выделять автомобили и прицепной состав, обеспечивающие минимальные издержки в конкретных эксплуатационных условиях и удовлетворяющие требованиям безопасности ООО «СЕЛЬТА» имеет более 5000 собственных транспортных средств, которые ежемесячно выполняют более 100000 рейсов, что обуславливает актуальность рассмотрения транспортно-логистических технологий именно этой компании.

Технические характеристики подвижного состава автоколонны №1 филиала ООО «СЕЛЬТА» представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Характеристики подвижного состава автоколонны №1 ООО «СЕЛЬТА»

Марка и модель	MAN TGA 26.350
Тип техники	Седельный тягач
Тип кабины	2-х местная с 1 спальным местом
Модель двигателя	D20 с системой Common Rail
Экологический стандарт	EURO IV
Мощность двигателя	350 л.с.
Тип двигателя	Дизель
Полная масса	26 000 кг
Полезная масса	15 000 кг
Размер фургона внутри	7700х2480х2300 мм
Объём топливного бака	600 л.
Расход топлива	33,6 л/100 км

Для того чтобы увеличить вариативность комплектации подвижного состава различными родами грузов в целях улучшения качества работы транспортного отдела все товары перевозятся в боксах и тележках, а товары, требующие определённых температурных режимов, перевозят в термочехлах,

которые надеваются на бокс и обеспечивают определённый уровень термостабильности.

Пищевые термочехлы подходят для перевозки различных родов груза это и продукты питания, и химические вещества, и фармакология, что особенно важно с тех пор, как компания запустила сеть косметических магазинов, товары в которые доставляются на тех же автомобилях, при этом эти косметические магазины располагаются рядом с продуктовыми магазинами сети с целью минимизации затрат на перевозки.

В термочехлах допускается перевозить как охлаждённую, так и замороженную продукцию, что даёт возможность обслуживать все потребности магазина одной машиной с термочехлами, а не несколькими машинами, каждая из которых имеет свой собственный требуемый ей микроклимат.

Термочехлы соответствуют всем гигиеническим требованиям, внутри и снаружи они представляют собой слои тентовой поливинилхлоридовой ткани, между которой находится слой полиэтилена во вспененной форме, от толщины этого слоя и зависят термоизолирующие свойства термочехла.

Таким образом, продукция с различными требованиями к температурному режиму может перевозиться с полным соблюдением всех требований в безопасности и без изотермических прицепов, температура внутри этих чехлов может сохраняться в требуемых пределах до 2 суток, а температурные колебания никак не скажутся на продукции в термочехле. Производитель заявляет, что продукция температурой -18 градусов в термочехле в среде температурой +20 градусов Цельсия получает за час менее 0,5 градуса тепла, чем меньше разница температур внутри и снаружи, тем теплопотери становятся все меньше, поэтому рациональным вариантом зачастую является комбинированное использование термочехлов и рефрижератора.

Это даёт возможность сформировать поставку с такими видами продукции как: замороженная продукция (температура хранения -18 градусов Цельсия); охлажденная продукция (+2 градуса Цельсия); фрукты и овощи (+6 градусов

Цельсия); бананы и экзотические фрукты (+15 градусов Цельсия); сухие продукты (+20 градусов Цельсия).

В других условиях для перевозки такой продукции потребовалось бы 5 различных автомобилей, но использование термочехлов позволяет перевезти все эти грузы в одном транспортном средстве.

Компания начинает совершать переход к использованию наёмного транспорта в тех ситуациях, когда сотрудничество со сторонними транспортными компаниями приводит к сокращению сроков доставки грузов.

До 90% автопарка ООО «Сельта» представляют собой двадцатитонные и более тяжёлые транспортные средства. С точки зрения организации перевозок грузов на первый взгляд это может показаться хорошей идеей, так как один автомобиль может обслужить большое количество магазинов, тем не менее практически все магазины располагаются в тех частях города, доступность которых для средних и тяжёлых автомобилей затруднена.

Логистика исследует материальные, информационные и финансовые потоки. Эти потоки появляются и существуют во время всего жизненного цикла продукции при транспортировании, складировании и других операциях с товаром, вплоть до поступления к конечному потребителю [23].

Материальные потоки могут быть внутренними и внешними. В ЗАО «ТАНДЕР» внешними материальными потоками являются все товары и полуфабрикаты, поставляемые через логистические центры на полки магазинов «Магнит». Внутренние материальные потоки не выходят за пределы системы, к ним можно отнести материалы для сборки витрин, некоторые рекламные материалы и другое.

Деление материальных потоков на входные и выходные по отношению к распределительному центру позволяет определить совокупность операций по осуществлению дальнейшего процесса доставки. Материалопотоки могут быть многоассортиментными и одноассортиментными [24].

По весу грузовой единицы материалопотоки бывают тяжеловесными, потоками большой массы и легковесными. Тяжеловесных материальных потоков

на предприятии нет, так как предприятие не перевозит товары, масса грузового места которых более 1 тонны. К потокам большой массы можно отнести овощные, фруктовые потоки, потоки мясной продукции и другие, это такие потоки, которые могут практически полностью использовать грузоподъёмность транспортных средств. Легковесные материальные потоки представлены потоками мучных изделий, макарон и других товаров, перевозка которых не позволяет полностью использовать грузоподъёмность транспортного средства.

Также необходимо обращать внимание на совместимость материальных потоков, они бывают совместимыми и несовместимыми. Несовместимы приправы и растительные масла, так как последние хорошо впитывают различные запахи, поэтому важно избегать их прямого контакта.

Материальные потоки бывают детерминированными и стохастическими. Детерминированные материалопотоки имеют полностью известные параметры своего качества и количества, к ним относят, например, макароны, сахар и любые другие товары, которые в ходе перевозки не потеряют в качестве и количестве. Различные овощи, фрукты, мясная и другая продукция может в процессе перевозки испортиться, потерять в весе, эта продукция относится к стохастическим материальным потокам.

Система измерителей материалопотока состоит из трех параметров: транспортной массы, транспортного пути и транспортного времени. Из этих параметров образуются производные измерители, которые можно найти по формулам 1.4—1.6.

$$P = Q \times l_{\text{ср}}, \quad (1.4)$$

где P — общая транспортная работа, т×км;

Q — объём перевозки во всех направлениях;

$l_{\text{ср}}$ — среднее расстояние перевозки груза, км.

$$l_{\text{гр}} = \frac{P}{Q}, \quad (1.5)$$

где $l_{\text{гр}}$ — гружёный пробег, км;

$$K_H = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}, \quad (1.6)$$

где K_H — коэффициент неравномерности материалопотока

Q_{\max} — максимальный материалопоток, т;

Q_{\min} — минимальный материалопоток, т;

В ЗАО «ТАНДЕР» логистика осуществляет следующий набор операций, связанных с логистическими функциями:

- 1) Заказ товара;
- 2) Осуществление доставки товара;
- 3) Обеспечение информационного сопровождения перевозимой продукции;
- 4) Хранение и сортировка товара;
- 5) Отпуск товара.

Совокупность субъектов, осуществляющих логистические операции по товародвижению и доведению материального и информационного потоков до конечного потребителя, образует логистическую цепь. В логистической цепи ЗАО «ТАНДЕР» можно выделить звено поставщиков, таможенное звено, банковское звено, страховую компанию. Все эти субъекты в пределах своих полномочий участвуют в доведении материального потока конечному потребителю.

Упорядоченная совокупность предприятий, занятая доведением материального потока от места производства до места потребления называется логистическим каналом.

Логистическая система с прямыми связями на предприятии используется при доставке продукции, производимой только для ЗАО «ТАНДЕР». В таком случае доставка производится без посредников.

Эшелонированная логистическая система это система, при которой материальный поток попадает на прилавок через посредника, такая организация используется при доставке, например, с Хлебозавода №1.

Наличие нескольких вариантов выбора логистических каналов является важным запасом для повышения надёжности и эффективности логистических процессов.

Система управления материальными потоками на предприятии тянущая, то есть все материальные ресурсы подаются на следующие стадии по мере нужды в них, это объясняет отсутствие жёсткого чётко спланированного графика движения на долгое время вперёд. Когда количество товара в магазине достигает критического уровня — система автоматически подаёт запрос в распределительный центр, при критически низком уровне запасов в распределительном центре — тянущий запрос поступает предприятиям-поставщикам [25]. Всегда, когда в процессе выполнения одной стадии операций кончается обработка определённого объёма продукции, на предыдущую стадию посылается информационный поток, запрашивающий дополнительные единицы продукции [26]. Обслуживание таких запросов — часть работы логистических систем. Схема тянущей системы представлена на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 — Принципиальная схема тянущей системы

Главная задача, для решения которой было создано транспортное подразделение ЗАО «ТАНДЕР» — ООО «СЕЛЬТА» — это обеспечение надёжных гибких поставок продукции в магазины сети «Магнит». Конечно, экономические и технические показатели деятельности также принимаются во внимание руководством, но все же не являются основополагающими, главное - поддержание уровня запасов товаров в магазинах на требуемом уровне.

Ежедневно в диспетчерский отдел поступает информация о требуемом количестве товаров для каждого магазина. Этот отдел на основании данных о

местоположении магазинов и требуемом им количестве товаров создаёт маршруты движения. Информация о маршрутах заносится в специальное программное обеспечение «АРМ транспортного диспетчера». Эта информация попадает в отдел эксплуатации, где начальники автоколонн распределяют маршруты среди водительского состава. Рациональное распределение маршрутов среди водительского состава позволяет обеспечить магазины требуемым количеством продукции с помощью ограниченных ресурсов.

ООО «СЕЛЬТА» осуществляет оптимизацию подвижного состава с целью повышения производительности логистической системы, внедряя комплекс мероприятий, направленных на улучшение эффективности доставки товаров. Основное требование компании заключается в обеспечении доставки в установленные двухчасовые окна при соблюдении уровня своевременности не менее 98%. Данные за 2020 год указывают, что было выполнено 2 100 000 рейсов, что демонстрирует значительный объём операций.

Оптимизация подвижного состава включает в себя использование как собственного автопарка, так и наёмного транспорта. Применение наёмного транспорта обеспечивает гибкость в управлении логистическими процессами и позволяет минимизировать затраты на содержание транспортных средств. Это особенно актуально в условиях варьирования спроса и необходимости доставки в удалённые или труднодоступные районы.

Процесс оптимизации включает использование современных технологий навигации и диспетчеризации, что способствует сокращению времени в пути. Анализ производительности транспортных средств и маршрутов позволяет выявлять узкие места в логистической системе и принимать меры по их устранению.

Так как данная транспортная система является стохастической, то нельзя точно определить потребность в подвижном составе для каждого конкретного дня заранее, в один день обеспечить потребность магазинов товаром можно не прибегая к максимальному использованию всех ресурсов, в другой даже

максимально задействовав весь подвижной состав, останется несколько невыполненных заявок, что в итоге приводит к материальным потерям.

Весь перевозимый на предприятии груз перед отправкой распределяется в укрупненные грузовые единицы посредством укладки товаров в боксы, термобоксы и тележки.

Боксы и термобоксы занимают 1 поддономесто, тележка занимает половину поддономеста. Тягач имеет 19 поддономест, прицеп 20 поддономест. Таким образом комбинируя укрупненные грузовые единицы добиваются максимального использования грузоместимости транспортного средства.

При этом важно отметить, что зачастую доставить требуемый товар в определённый магазин в день получения заявки невозможно по причине ограниченности ресурсов.

Данные о работе автоколонны №1 представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Исходные данные для расчёта надёжности снабжения

№ п/п	Дата	Количество заявок на перевозки	Невыполненные заявки	Величина опоздания выполнения заявки, дней
1	18.06	55	0	1
2	19.06	64	3	1
3	20.06	61	2	1
4	21.06	68	3	1
5	22.06	54	0	0
6	23.06	70	7	0
7	24.06	57	1	1
8	25.06	55	0	0
9	26.06	60	4	1
10	27.06	62	2	0
Итого		606	22	

Количество отказов за рассматриваемый период определяется по формуле 1.7.

$$N_{\text{отказ}}^{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n n_{\text{отказ}}^i \quad (1.7)$$

где $N_{\text{отказ}}^{\text{общ}}$ — общее количество отказов за рассматриваемый период – n дней;

$n_{\text{отказ}}^i$ — количество отказов за день i ;

$$N_{\text{отказ}}^{\text{общ}} = 3 + 2 + 3 + 7 + 1 + 4 + 2 = 22,$$

Среднюю наработку на отказ определяется по формуле 1.8.

$$T_o = \frac{N^{\text{общ}} - N_{\text{отказ}}^{\text{общ}}}{N_{\text{отказ}}^{\text{общ}}}, \quad (1.8)$$

где T_o — средняя наработка на отказ, заявка/отказ;

$N^{\text{общ}}$ — общее количество заявок на перевозку.

$$T_o = \frac{606 - 22}{22} = 26,55 \text{ заявка/отказ.}$$

Интенсивность отказов определяется по формуле 1.9.

$$\lambda = \frac{1}{T_o}, \quad (1.9)$$

где λ — интенсивность отказов, отказ/заявка.

$$\lambda = \frac{1}{26,55} = 0,038.$$

Коэффициент безотказности снабжения определяется по формуле 3.20.

$$K_6 = \frac{N^{\text{общ}} - N_{\text{отказ}}^{\text{общ}}}{N^{\text{общ}}} \quad (1.10)$$

$$K_6 = \frac{606 - 22}{606} = 0,964.$$

Надёжность снабжения определяется по формуле 1.11.

$$P = K_6 \times e^{-\lambda}, \quad (1.11)$$

$$P = 0,96 \times e^{-0,038} = 0,964 \times 0,963 = 0,928.$$

На рисунке 1.5, а также в Приложении 2 содержится информация о маршрутах, применяемых компанией ООО «СЕЛЬТА» для организации процессов доставки товаров.

Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказано	В тягаче	В прицепе	Начало	Окончание	Длительность	Километраж
Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,						26.06.2017 13:30		
Магазин	Новочеркасск	Юнкер	Ленгника, дом № 4	Д, Р, С		11,5		26.06.2017 14:20	26.06.2017 15:43	01:23	34,1
Магазин	Шахты	Макеевский	ул. Советская, 119	Д, Р, С		3		26.06.2017 16:37	26.06.2017 17:15	00:38	3,8
Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,					26.06.2017 17:37			10,8

Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказано	В тягаче	В прицепе	Начало	Окончание	Длительность	Километраж
Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,						27.06.2017 07:30		
Магазин	Новочеркасск	Круг	Московская ул. дом № 69	Д, Р, С		10,5		27.06.2017 08:30	27.06.2017 09:47	01:17	33,7
Магазин	Новочеркасск	Буденновский	Буденновская ул. дом № 194	Г, Р, С		4		27.06.2017 10:07	27.06.2017 10:49	00:42	3,8
Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,					27.06.2017 11:42			46,3

Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказано	В тягаче	В прицепе	Начало	Окончание	Длительность	Километраж
Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,						27.06.2017 06:30		
Магазин	Донецк	Донецк 2 Гага	Гагарина пер	В, Р, С		6,5		27.06.2017 08:20	27.06.2017 09:06	00:46	101,1
Магазин	Донецк	Мористый	60-й кв-л, 6	Г, Р, С		8		27.06.2017 09:26	27.06.2017 10:34	01:08	0,1
Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,					27.06.2017 12:26			102,1

Рисунок 1.5 — Сведения о перевозках ООО «СЕЛЬТА»

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о том, что в рамках текущих развозочных маршрутов существует потенциал для повышения эффективности логистических операций. Одним из возможных направлений оптимизации является привлечение сторонних организаций для выполнения определённых заявок на доставку. Данная стратегия может оказаться целесообразной в ситуациях, когда потребление ресурсов внутреннего автопарка не соответствует требованиям оперативной гибкости или экономической эффективности.

Привлечение внешних транспортных компаний может обеспечить дополнительные возможности для снижения затрат на осуществление логистических операций, что связано с более высокой степенью адаптивности сторонних организаций к изменяющимся условиям рынка и спросу на доставку. В условиях сезонного колебания расхода, а также в ситуациях, когда возникает необходимость увеличения объёмов перевозок, такой подход может повысить общую пропускную способность системы.

Следует отметить, что внедрение сторонней логистики требует комплексного подхода к управлению отношениями с внешними партнёрами, что подразумевает необходимость разработки стандартов взаимодействия, обеспечения контроля качества предоставляемых услуг и соблюдения принципов

безопасности на всех этапах доставки. Тем не менее, потенциальные выгоды от интеграции внешних ресурсов в логистическую сеть компании АО «Тандер» могут существенно повлиять на оптимизацию бизнес-процессов и повышение общей конкурентоспособности на рынке.

Таким образом, возможное привлечение сторонних организаций для выполнения части заявок может представлять собой эффективную стратегию, способствующую достижению высоких стандартов своевременной и качественной доставки, что является важным фактором в оптимизации логистических процессов компании.

1.2.2 Логистическая деятельность грузового Яндекс Такси и перспективы развития

В последние десятилетия рынок грузоперевозок претерпел значительные изменения, обусловленные развитием технологий и изменением потребительских предпочтений. Одним из ярких примеров этого тренда является грузовой сегмент таксопарков, который активно использует платформы для формирования новых бизнес-моделей. Одним из лидеров в данной области является Яндекс Такси, который расширил свои услуги, включая грузовые перевозки, что позволило создать удобную среду для пользователей, нуждающихся в транспортировке товаров. Компания не публикует открытых данных о результатах своей работы, тем не менее присутствие компании более чем в 60 городах на территории РФ в сфере малотоннажных перевозок грузов, делает её одним из основных участников рынка.

Ключевыми аспектами анализа грузового сегмента Яндекс Такси являются: количество транспортных средств, задействованных в грузовых перевозках, уровень простоя этих автомобилей и охваты, которые обеспечивают услуги платформы. Эти параметры позволяют оценить эффективность и устойчивость грузового сегмента, а также выявить возможные направления для оптимизации и улучшения системы.

В условиях растущей конкуренции и повышения ожиданий потребителей понимание структуры грузового сегмента Яндекс Такси, включая анализ сроков ожидания и распределения ресурсов, представляет собой важный шаг к разработке стратегий, направленных на улучшение качества обслуживания и удовлетворение запросов клиентов.

В рамках исследования для анализа грузового сегмента Яндекс Такси использовались данные о количестве свободных грузовых автомобилей. Эти данные собирались и подсчитывались каждый час в промежутке с 10 до 19 часов, что позволило получить подробную картину распределения доступных транспортных средств в течение рабочего дня. Полученные сведения о количестве свободных машин были визуализированы на карте города Ростова-на-Дону и представлены на рисунке 1.6 и в Приложении 3, что дало возможность наглядно продемонстрировать зоны концентрации грузовых автомобилей, а также выявить участки, где наблюдается их нехватка или недостаточная динамика использования. Такой подход позволяет лучше понять часовые колебания в наличии свободных транспортных средств и их связь с уровнем спроса, что является ключевым элементом для оценки эффективности работы грузового сегмента платформы.

Анализ данных показывает, что в 11:00 наблюдалась наибольшая нагрузка на систему, так как в этот час количество свободных автомобилей было наименьшим. Это свидетельствует о высоком спросе на грузовые автомобили в указанный период, что может быть связано с увеличением активности клиентов, нуждающихся в перевозках в это время дня [27]. Таким образом, данная информация позволяет лучше понять динамику работы сервиса и выявить часы пик, в которые стоит обратить внимание для оптимизации работы и повышения эффективности использования автопарка.

Анализ данных, представленных на рисунках 1.6 — 1.7 выявил выраженную неравномерность распределения заказов на перевозку грузов, а также неоднородность размещения транспортных средств на территории города.

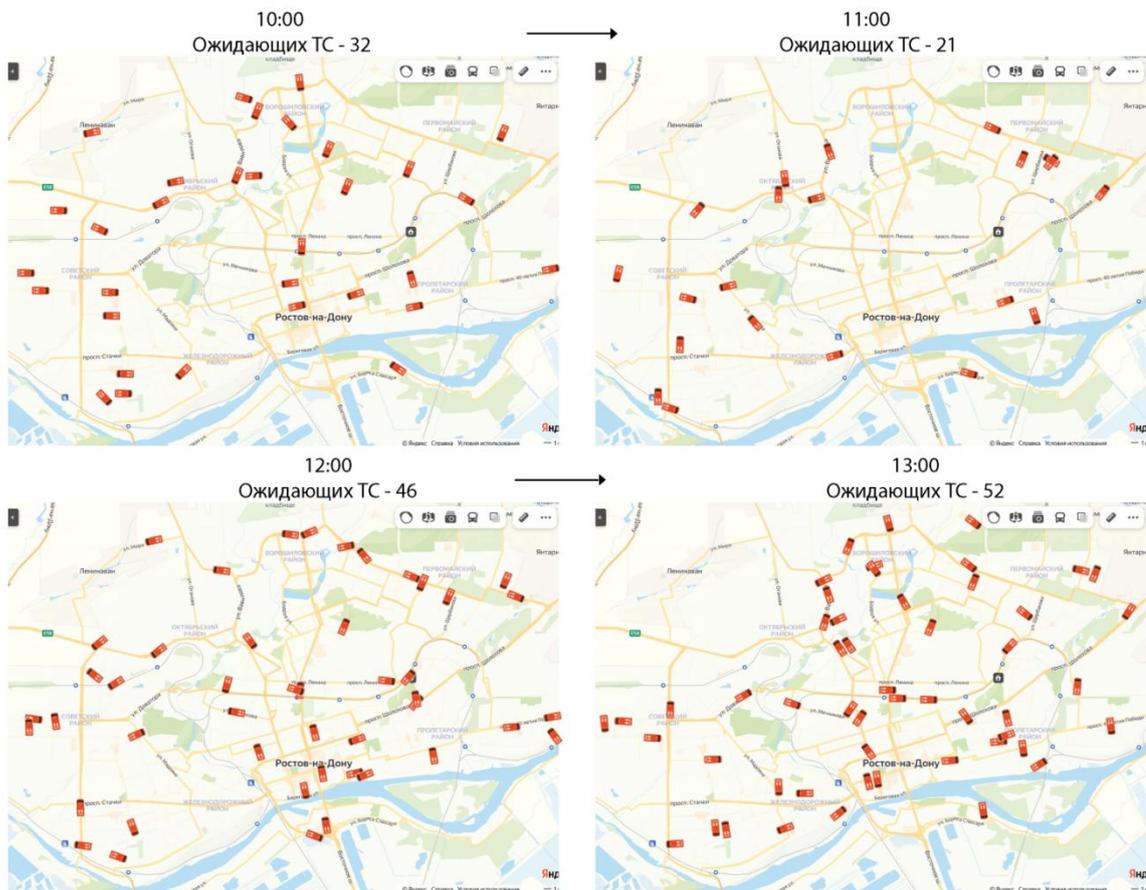


Рисунок 1.6 — Автомобили грузового «Яндекс.Такси», находящиеся в ожидании заказов

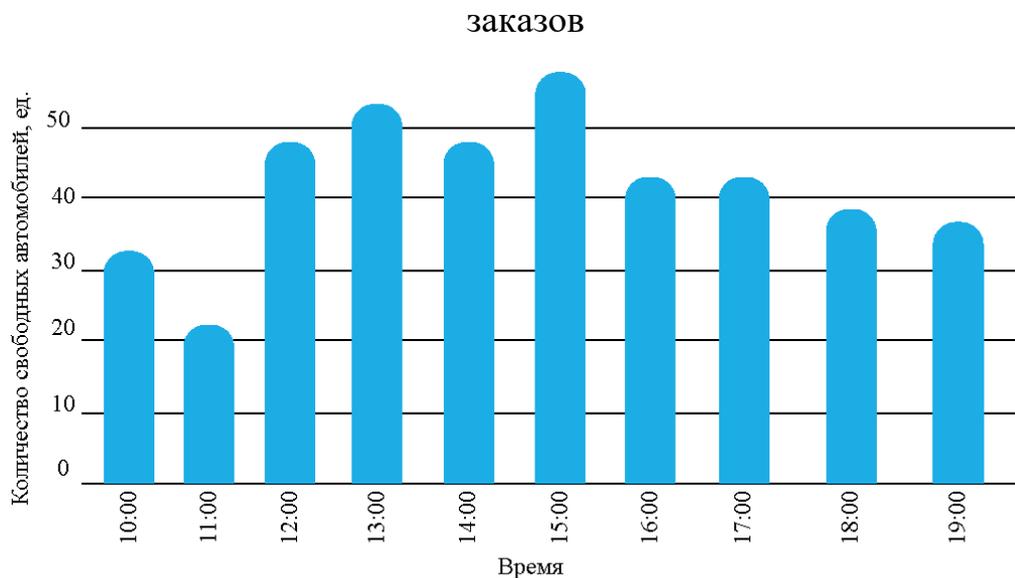


Рисунок 1.7 — Автомобили грузового «Яндекс.Такси», находящиеся в ожидании заказов

В ходе исследования было установлено, что некоторые автомобили находились в свободном состоянии на одном месте в течение более чем одного часа, что свидетельствует о неэффективном использовании ресурсов.

Существенным недостатком данной системы является высокий уровень непроизводительного простоя транспортных средств, который негативно сказывается на общей производительности. Наличие свободных автомобилей, не задействованных в выполнении заказов, указывает на несоответствие между спросом на услуги и их предложением, что требует дальнейшего анализа и оптимизации процессов распределения транспортных средств в реальном времени. Это может потребовать как улучшения алгоритмов диспетчеризации, так и внедрения гибких механизмов реагирования на изменяющиеся условия городской транспортной инфраструктуры и динамику спроса на перевозки.

Высокий уровень простоя транспортных средств, наблюдаемый в данной системе, можно объяснить стремлением к минимизации времени подачи автомобиля для выполнения перевозки. Однако, несмотря на это, в определенные периоды происходит неравномерное распределение автомобилей, что приводит к их концентрации в некоторых районах города, в то время как другие районы оказываются в условиях недостатка транспортных средств. Это указывает на существующие ограничения в системе управления распределением транспорта, что может быть связано как с особенностями алгоритмов диспетчеризации, так и с недостаточным учетом факторов, влияющих на спрос в различных частях города. В результате в одних районах наблюдается избыток свободных автомобилей, тогда как в других наблюдается дефицит, что может приводить к увеличению времени ожидания клиентов и, соответственно, снижению общей удовлетворенности предоставляемыми услугами.

Внедрение динамического моделирования и прогностических алгоритмов может способствовать более эффективному распределению ресурсов и снижению уровня непроизводительного простоя, оптимизируя общую эффективность системы в целом.

1.3 Транспортно-логистические технологии контейнерных перевозок

Анализ технологических процессов, связанных с контейнерными перевозками, включает в себя: погрузочно-разгрузочные, транспортные, перегрузочные и складские операции. Структура технологических процессов в организации контейнерных перевозках показана на рисунке 1.8.



Рисунок 1.8 — Технологические процессы в контейнерных перевозках

Погрузочно-разгрузочные операции в рамках процессов доставки грузов занимают значительную часть общего времени, приходящегося на транспортировку грузов, и являются важной частью процесса, который можно оптимизировать [28].

К стандартным методам увеличения производительности погрузочно-разгрузочных операций относится использование оборудования для автоматизации и механизации процессов, снижение нагрузки на работников; стандартизация контейнеров и оборудования для перевозок целью упрощения работы с большим потоком разнородных грузов.

Совершенствование процессов погрузочно-разгрузочных операций является основой для повышения скорости обработки грузов портами и терминалами, снижение времени обработки грузов и повышения надёжности.

По данным MarketsandMarkets, рынок устройств отслеживания грузов вырастет с 26,35 миллиардов долларов в 2021 году до 46,73 миллиардов долларов к 2026 году (прогноз), что соответствует среднему годовому темпу роста в 11,7%. Это говорит о растущем интересе со стороны компаний к улучшению контроля за транспортировкой грузов.

Внедрение систем трекинга позволяет сократить время обработки заказов на 20%. Благодаря этой технологии клиенты могут в реальном времени отслеживать статус своих грузов, что увеличивает доверие к компании и удовлетворенность клиентов [29].

При анализе качества перегрузочных операций следует выделить несколько ключевых аспектов:

1. Анализ логистических узлов и их качество. Большое количество логистических узлов является основой для создания разветвлённой транспортной сети, что позволяет выбрать наиболее оптимальный маршрут перевозки.

2. Время, затрачиваемое на осуществление перегрузочных операций. В случае эффективного планирования всех процессов, связанных с обработкой грузов, может достигаться значительное повышение качества доставки грузов.

3. Контроль состояния при перегрузке для предотвращения повреждений груза [30].

Использование технологии глобального позиционирования (трекинга) позволяет оперативно отслеживать местоположение контейнеров и оборудования и повышать эффективность обработки грузов. Ожидается, что к 2025 году количество умных устройств в сфере перевозок грузов достигнет 50 млрд руб в стоимостном выражении, что повысит эффективность, прозрачность и управляемость на грузовых потоках [1].

1.4 Мировая практика организации мелкопартионных перевозок грузов

Мировая практика организации мелкопартионных перевозок позволяет оптимизировать транспортные расходы, улучшить управляемость цепями поставок и повысить степень удовлетворенности клиентов [31].

В работах, посвященных анализу организации мелкопартионных перевозок грузов отмечается, что традиционные инструменты управления товарными потоками, такие как ERP (Enterprise Resource Planning), WMS (Warehouse Management System) и TMS (Transportation Management System), часто оказываются недостаточно эффективными в условиях динамичных изменений на рынке, делается акцент на том, что с появлением облачных вычислений и Интернета вещей возникли новые возможности для сбора, обработки и совместного использования информации. Эти технологии позволяют создавать системы, которые автоматически уведомляют всех участников цепочки поставок о каждом событии, связанном с логистическими потоками, что значительно увеличивает уровень взаимодействия и интероперабельности. При этом в качестве грузовой единицы рассматривается так называемый умный контейнер или умный паллет, обладающие модулем SigFox на базе Arduino [32].

Оценка снижения негативного влияния перевозок мелкопартионных грузов на городскую среду рассматривается в работе [33], в ходе которой констатируется факт, что рост электронной коммерции требует новых подходов к интеграции грузовых и пассажирских перевозок в городах и делается гипотеза о том, что использование свободных мощностей общественного транспорта может уменьшить заторы и загрязнение окружающей среды, предлагается интеграция грузовых и пассажирских перевозок с использованием регулярных линий.

Компании реализуют концепцию использования багажного отделения автобусного транспорта для перевозки грузов по своим межмуниципальным маршрутам. Это позволяет осуществлять доставку товаров в тот же или на следующий день.

Подобные операции по всему миру предоставляют возможность автобусным компаниям получать дополнительный доход, используют существующую инфраструктуру и ресурсы, и требуют относительно небольших затрат. Такой подход минимизирует инвестиции и сложности, связанные с значительными изменениями в логистических процессах. Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества, существует ряд проблем, связанных с интеграцией грузов в расписание рейсов, особенно из-за необходимости размещения как багажа, так и грузов пассажиров в специальном отделении, что может создать определенные трудности.

В результате многие компании ограничивают возможность перевозки только небольших или средних по размеру посылок, чтобы не затруднять процесс обработки и загрузки. Примеры операций, проводимых перевозчиками, представлены в таблице 1.4, что подчеркивает разнообразие решений и стратегий, используемых для эффективной организации грузоперевозок в рамках существующих пассажирских маршрутов.

Таблица 1.4

Проекты, использующие общественный транспорт для осуществления мелкопартионных перевозок грузов

Название	Регион	Транспорт	Описание
La Rochelle	Франция	Автобусы	Распределение грузов с использованием свободных мощностей автобусных маршрутов.
Greyhound	Канада	Автобусы	Междугородние автобусы, перевозящие посылки по США/Канаде.
CityCargo Tram	Амстердам, Нидерланды	Трамваи	Грузовые трамваи используются для перевозки грузов в городской среде.
Logistiktram	Франкфурт, Германия	Трамваи	Пилотный тест, в ходе которого трамваи перевозят посылки в рамках специальных рейсов во внепиковое время.
Gutterbim	Вена, Австрия	Железнодорожный	Грузовая единица перемещается по пассажирским железнодорожным путям при наличии свободного места в поезде.

Ярким примером пилотных исследований являются результаты проекта Monoprix, проведенного в Париже в 2009 году. В рамках этого исследовательского проекта была выбрана железнодорожная линия для транспортировки товаров со склада, расположенного за пределами города, на станцию в центре Парижа. Городская администрация поддержала этот проект, выделив одиннадцать миллионов евро. Однако вскоре его реализация была приостановлена. Исследования показали, что запуск дополнительного трамвая в нерабочее время не оказал значительного влияния на пассажирскую транспортную систему, а также на городскую и социальную среду.

Отмечается, что для принятия решений используются количественные модели (quantitative models), которые решают проблемы маршрутизации и интеграции различных видов маршрутов, оценивают возможность расширения транзитных сетей для перемещения грузов.

В работе [34] на примере г. Барселона определены основные аспекты работы транспортного комплекса, которые также как предыдущие примеры говорят о том, что традиционные алгоритмы организации грузовых перевозок не всегда подходят для решения транспортных проблем в режиме реального времени. Ограничения на въезд грузовых автомобилей на территорию города снижает воздействие на окружающую среду, но увеличивает количество транспортных средств.

В работе [35] рассматривается другой аспект, увеличивающий стоимость и время доставки – отсутствие получателя в момент доставки груза. Используя небольшие контейнеры авторы предлагают модульную систему доставки, когда груз ожидает получателя в боксе до тех пор, пока получатель его не заберет. Описанная система может обладать контролем веса груза, а доступ грузополучателя осуществляется через электронную систему доступа с помощью пароля. Контейнеры после доставки возвращаются на склад и используются повторно.

Схожая идея использования подвижных пунктов получения груза при использовании объединенных перемещаемых модулей описана в работе [36].

Предполагается динамическое развертывание объединенных перемещаемых модулей в городской сети, работающей в условиях пространственно-временной неопределенности. Предлагается двухэтапная стохастическая модель оптимизации для задачи динамического развертывания объединенной емкости центра доступа с синхронизацией базовых операций посредством оценки времени в пути, а также подход к решению, основанный на алгоритме скользящего горизонта с опережающим просмотром и разложением Бендерса. Представлены численные результаты, основанные на примере крупной компании, занимающейся экспресс-доставкой посылок, для оценки вычислительной производительности предлагаемого подхода и показывают экономию затрат на последней миле до 28% и экономию пропускной способности до 26% по сравнению со стратегией статического распределения пропускной способности.

1.5 Направления развития технологии использования складных контейнеров с различными механизмами трансформации в условиях цифровизации процессов

Исследования транспортной отрасли говорят о том, что ежегодно происходит рост объемов перевозок грузов контейнерами общего назначения. В 2020 году в мире перевезено около 800 млн TEU, а в 2021 году общий объем контейнерных перевозок в мире составил около 840 млн TEU. Прогнозируется увеличение темпов роста объема рынка перевозки грузов контейнерами с 5% до 7% в год. Лидерами по объемам перевезенных контейнеров являются Китай, США, Сингапур, Южная Корея, Малайзия, Япония, Индия [37].

Актуальным становится анализ степени использования новых современных технологий в транспортной отрасли, в том числе складных контейнеров использованием интегрированных в их структуру цифровых логистических продуктов. Повсеместное использование контейнеров объясняется тем, что они дают определённые преимущества перед другими способами перевозки. Складной контейнер также сохраняет все преимущества контейнера общего

назначения, но также даёт возможность создать более гибкую транспортную систему.

Общими преимуществами контейнеров общего назначения и складных контейнеров являются:

1. Универсальность, позволяющая использовать контейнер на различных видах транспорта, обеспечивать интермодальную перевозку на морском железнодорожном и автомобильном транспорте. Это повышает скорость доставки, даёт возможность более гибкого создания транспортных маршрутов, снижает стоимость и время перегрузки между различными видами транспорта.

2. Высокая степень защиты груза от воздействия внешней среды, в том числе воздействия влаги, солнечных лучей.

3. Возможность интеграции системы за контролем за содержанием и качеством перевозимого груза с учётом цифровых логистических технологий.

Несмотря на перечисленные выше достоинства и высокую степень использования контейнеров общего назначения в сфере перевозок грузов, складные контейнеры используются намного реже [38].

Использование складных контейнеров не только в Российской Федерации, но и в остальном мире является скорее исключением и связано это с тем, что они являются более капиталоемким средством производства, чем контейнеры общего назначения. Это обусловлено тем, что механизм раскладывания является относительно сложным и на данный момент производство контейнеров, содержащих механизм трансформации не поставлено на поток. Существует несколько компаний, предлагающих разработку складных контейнеров, но относительно сферы, занимающейся производством контейнеров общего назначения, данная сфера мала.

Также необходимо отметить, что перевозка грузов является сферой повышенной опасности, вследствие чего используемые в перевозочных процессах средства должны проходить обязательную сертификацию [39]. Стандарты, описывающая основные качества грузовых контейнеров, не учитывают особенности складных контейнеров и предъявляют к ним такие же требования,

как и к контейнерам общего назначения. Тем не менее, наличие механизма трансформации не всегда позволяет полностью придерживаться стандартов. Так, например, ГОСТ 20259-80 определяет, что закрытые контейнеры должны иметь двустворчатую дверь с эластичным уплотнением и запорными устройствами, откидная торцевая стенка с запорными устройствами допускается только для открытых контейнеров без тента или съёмной крыши [40]. Тем не менее, не все складные контейнеры, представленные на рынке международных перевозок, удовлетворяют этому правилу [41].

Все процессы в сфере перевозок грузов ориентированы на контейнеры общего назначения, использование новых технологий может повлечь дополнительные значительные капиталовложения в используемую инфраструктуру. Поэтому критически важно, чтобы складные контейнеры имели такие же весогабаритные параметры, как и контейнеры общего назначения.

Существующие системы управления и планирования перевозок грузов также должны претерпеть изменения при интеграции складных контейнеров в процессы перевозок грузов.

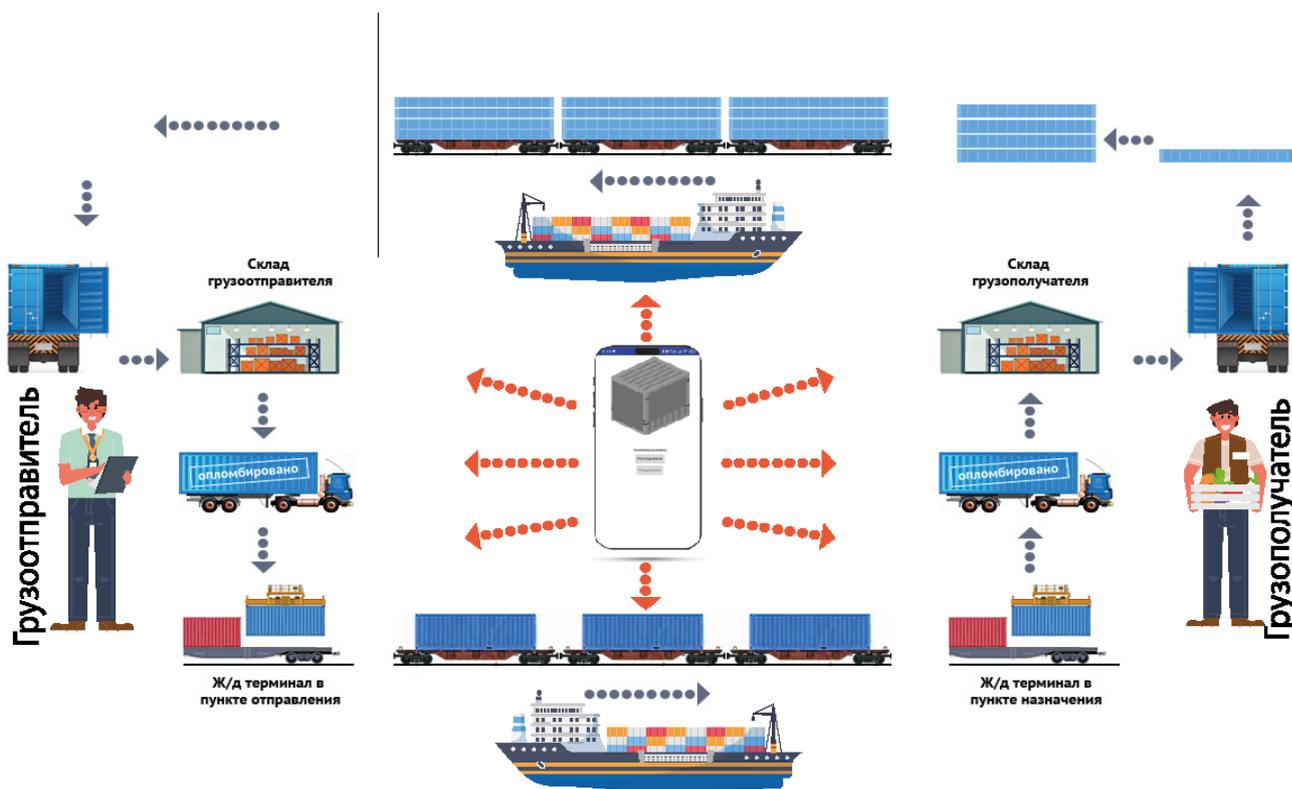


Рисунок 1.9 — Схема использования складных контейнеров

На рисунке 1.9 представлена схема использования складных контейнеров, отражающая особенность возврата четырех сложенных контейнеров на одном грузовом месте.

Необходимо отметить, что применение складных контейнеров в перевозке грузов не является гарантированным способом повышения эффективности этих перевозок, так как складные контейнеры имеют свою собственную сферу оптимального использования и применение их в других условиях, может не дать желаемого эффекта.

Управление запасами складных контейнеров на складах и в транспортных средствах также может повысить сложность работы по оптимизации количества используемых контейнеров. Складные контейнеры требуют продуманного подхода к управлению запасами и размещению на складе, что в свою очередь может увеличить операционные расходы. Логистическая и транспортная отрасли традиционно характеризуются инертностью [42].

В таблице 1.5 представлен сводный анализ данных по различным складным контейнерам.

Таблица 1.5

Технические характеристики складных контейнеров

Наименование	Габариты, м	Грузоподъемность, тонн	Материал	Тип трансформации	Автоматизация и датчики
4FOLD	12,2x2,4x2,9	26,6	Металл	Вертикальный	Нет
Elkoplast	от 2,25x2,2x2,2 до 6x2,2x2,2	до 1,5 при крановой работе, до 3 при работе вилочного погрузчика	Металл	Вертикальный	Нет
COL-LAPSECON	12,2x2,4x2,9	25,6	Металл	Горизонтальный	Нет
SmartBox-AirDeck	2,4x2,4x2,4	5	Металл+полимерные материалы	Вертикальный	Есть

Приведем некоторые характерные особенности складных контейнеров.

FOLD, рис. 1.10:

- грузоподъемность в 26,6 тонн делает его подходящим для транспортировки тяжёлых грузов;
- материал-металл обеспечивает долговечность и высокую прочность;
- вертикальный тип трансформации позволяет удобно укладывать контейнер и сохранять пространство с помощью кранового оборудования;
- отсутствие автоматизации уменьшает его эффективность при управлении грузовыми потоками [43, 44].



Рисунок 1.10 — Складной контейнер 4FOLD

Elkoplast:

- мобильные габариты позволяют адаптироваться к различным типам груза и транспортным средствам.

COLLAPSECON (рис. 1.11):

- тип трансформации - горизонтальный.

- отсутствие автоматизации может ограничить его использование в сложных логистических операциях [45].



Рисунок 1.11 — Складной контейнер COLLAPSECON

SmartBoxAirDeck:

- габариты делают его подходящим для небольших грузов и ограниченных пространств;

- материал - сочетание металла и полимерных материалов, что может снизить общий вес и повысить устойчивость к коррозии и механическим повреждениям;

- вертикальный тип трансформации с механизмом из материала эйрдек.

- оснащение системами автоматизации и датчиками значительно улучшает управление и отслеживание грузов.

Проведённый анализ складных контейнеров показал, что каждый из них имеет свои уникальные характеристики, позволяющие им эффективно использоваться в различных сферах логистики и грузоперевозок. На основании предполагаемого применения и ключевых параметров, можно выделить несколько аспектов, которые во многом определяют выбор конкретной модели.

1. Габариты и применение.

4FOLD и COLLAPSECON имеют одинаковые габариты (12,2 x 2,4 x 2,9 м) и предлагают высокую грузоподъёмность (26,6 и 25,6 тонн соответственно). Данные складные контейнеры для перевозки тяжёлых и объёмных грузов. Эти контейнеры целесообразно использовать на больших складах и в транспортировке крупногабаритных товаров, особенно там, где доступны специальные подъёмные механизмы.

Elkoplast обладает несколькими размерами и возможностью адаптироваться под разные условия работы, что делает его многофункциональным. Однако его грузоподъёмность ниже по сравнению с вышеперечисленными моделями, что делает его менее подходящим для тяжеловесных грузов. Этот контейнер может быть использован в малом бизнесе или на малых складах, где объёма грузов не так велик.

SmartBoxAirDeck имеет компактные размеры (2,4 x 2,4 x 2,4 м) и подходит для небольших грузов и ограниченных пространств. Несмотря на низкую грузоподъёмность (5 тонн), его универсальность позволяет использовать его во многих сценариях. Подходит для использования в городских условиях или на небольших складах, где необходимо экономить место и при этом обеспечивать надёжную транспортировку.

2. Грузоподъёмность.

Грузоподъёмность этих контейнеров варьируется от 5 тонн у SmartBoxAirDeck до 26,6 тонн у 4FOLD. Это разнообразие позволяет выбрать контейнер в зависимости от требований к грузам. Для тяжёлых и объёмных грузов лучше всего подойдут 4FOLD и COLLAPSECON, в то время как для меньших — elkoplast и SmartBoxAirDeck.

3. Материал и прочность.

Все контейнеры изготовлены из металла, что определяет их надёжность и устойчивость к повреждениям. Однако SmartBoxAirDeck также включает полимерные материалы, что может улучшить стойкость к коррозии и механическим повреждениям.

4. Тип трансформации.

Вертикальная трансформация (4FOLD, Elkoplast, SmartBoxAirDeck) позволяет эффективно использовать пространство при загрузке и хранении, что удобно для складских операций [46].

Горизонтальная трансформация (COLLAPSECON) может быть полезной в тех случаях, когда необходима быстрая загрузка и выгрузка грузов, а также удобное размещение на площадках с ограниченным пространством.

5. Автоматизация и датчики.

SmartBoxAirDeck является единственным контейнером с наличием автоматизации и датчиков, что значительно увеличивает его функциональность и эффективность. Современные автоматизированные системы могут облегчить процесс мониторинга и управления грузами. Если предполагается высокая нагрузка на систему управления грузами и необходимость в автоматизации, то SmartBoxAirDeck является единственным вариантом с интегрированными в конструкцию цифровыми логистическими устройствами.

Выбор складного контейнера зависит от множества факторов: размеров и веса предполагаемых грузов, условий эксплуатации, необходимости в автоматизации и бюджета [45, 46].

Существуют также другие разработки, использующие различные механизмы трансформации, которые ещё не выведены на рынок. Тем не менее, анализ механизмов трансформации этих контейнеров также является важной частью исследования. Были выявлены складные контейнеры, которые используют гидравлический, пневматический, пружинный механизмы трансформации, а также не содержат механизмы трансформации.

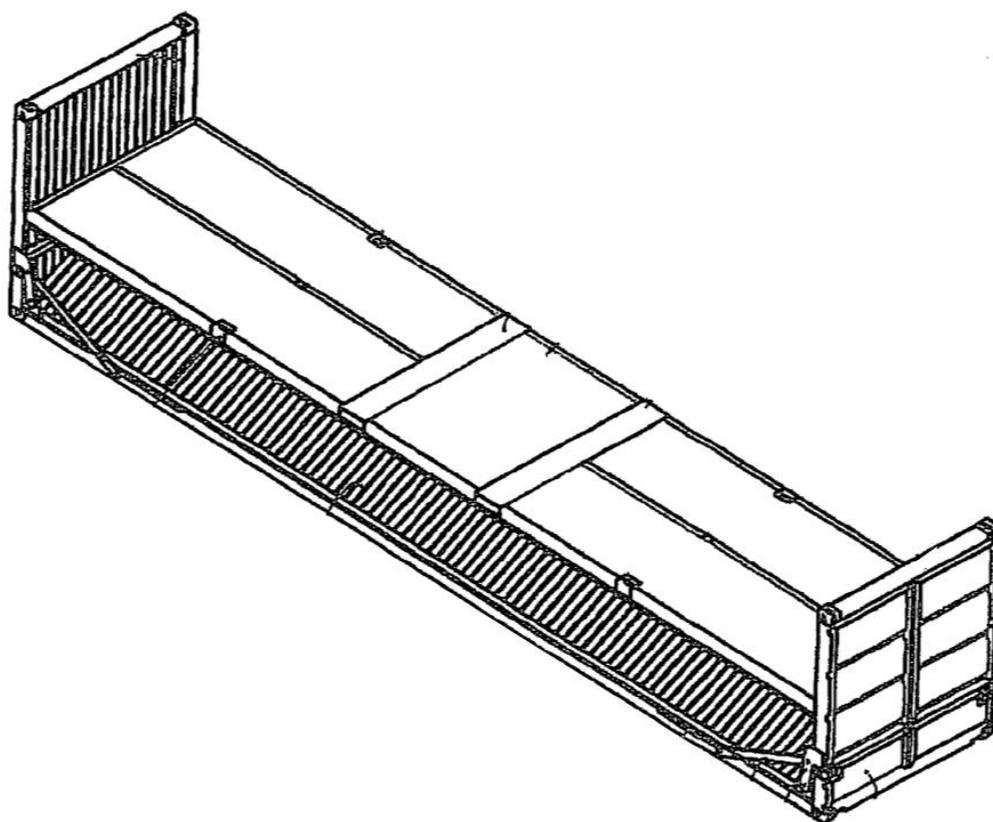


Рисунок 1.12 — Складываемый контейнер (патент US20080135545A1)

Складываемый контейнер (патент US20080135545A1), представленный на рисунке 1.12, использует гидравлический и пневматический привод. Сфера его применения-интермодальные перевозки грузов. При этом при складывании крыша контейнера складывается на верхние боковые панели, верхние боковые панели складываются на нижние боковые панели, а нижние боковые панели складываются на пол. Конструкция приводится в движение с помощью привода, который расположен в полу контейнера. Может использоваться на внешней источник питания, либо источник питания, интегрированный в конструкцию складного контейнера.

Одним из преимуществ данного контейнера авторы изобретения называют, помимо экономии места на транспортном средстве, экономию времени на проверки содержания порожних контейнеров, пересекающих границы государства службами безопасности. Так как сложный контейнер не может использоваться для транспортировки различных грузов ввиду отсутствия пространства внутри контейнера [45].

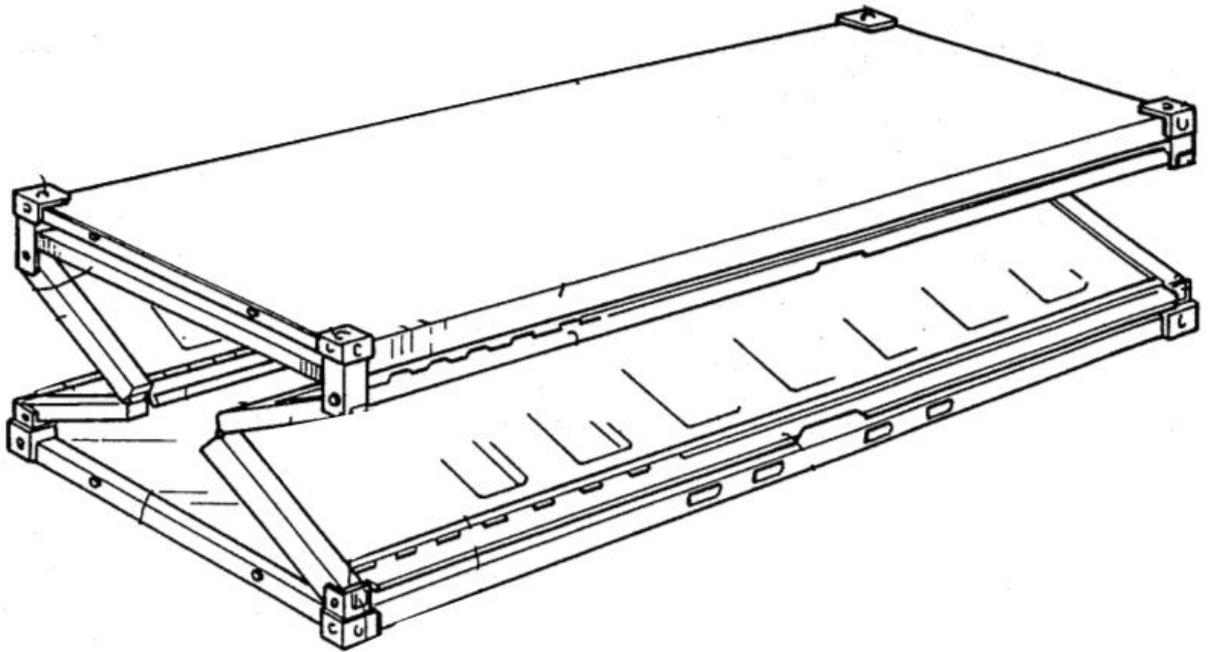


Рисунок 1.13 Складываемый контейнер (патент US4848618A)

Складываемый контейнер (патент US4848618A), представленный на рисунке 1.13, не содержит привод. Контейнер имеет возможность складываться с помощью внешнего подъёмного устройства. Конструкция разработана таким образом, что при складывании необходимо отдельно демонтировать и перевозить торцевые стенки.

Необходимо отметить, что боковая стенка в данном контейнере состоит из трёх секций, верхняя из которых неподвижно прикреплена к крыше контейнера. Средняя секция, нижняя секция и полу соединены между собой шарнирами таким образом, что средняя и нижние секции складываются на пол. Складывание и раскладывание данного контейнера осуществляется с помощью перемещения крыши контейнера краном, соединённым стропами с четырьмя верхними угловыми фитингами [47].

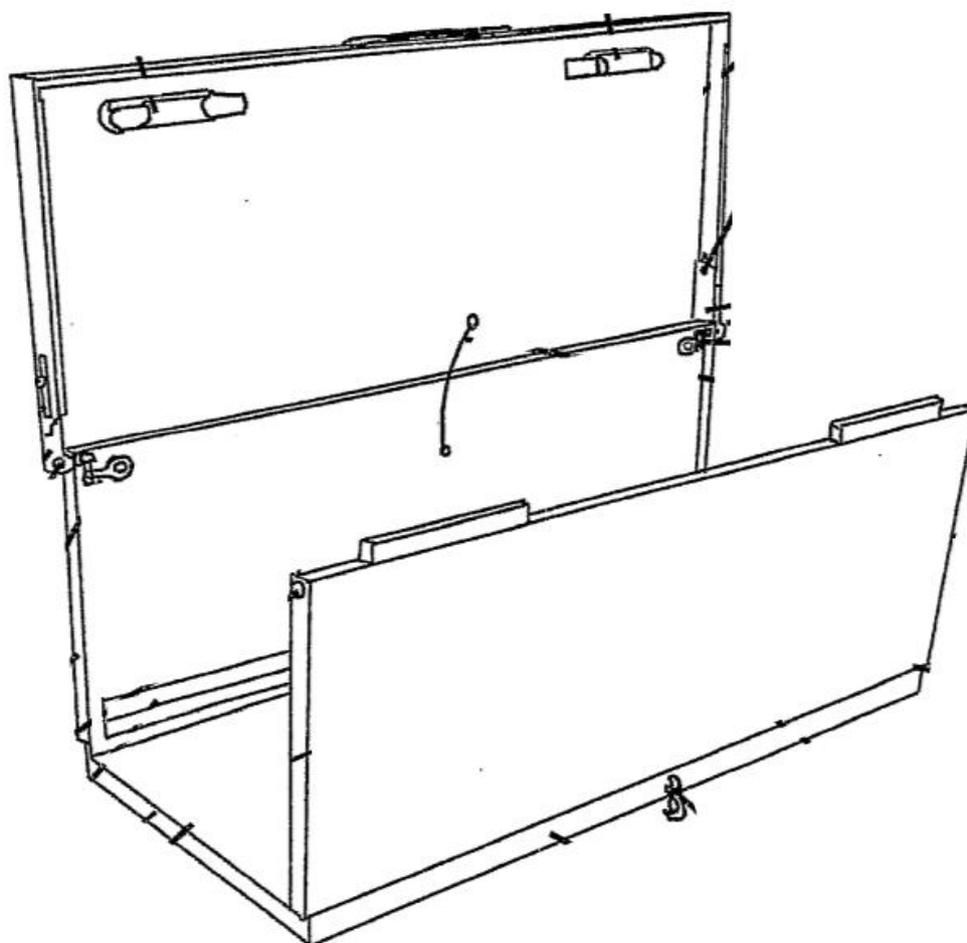


Рисунок 1.14 Складываемый контейнер (патент WO2006086830A1)

Складываемый контейнер (патент WO2006086830A1), представленный на рисунке 1.14 использует пружинный механизм раскладывания. Пружинный механизм раскладывания имеет свои существенные ограничения, связанные с максимальной массой контейнера и условиями его транспортировки. В описании контейнера указано, что он может применяться в грузоперевозках на автомобильном и в воздушном транспорте в случае, когда необходимо обеспечить наличие контейнера, который можно хранить пустым с уменьшенным объёмом.

Смежные стены данного контейнера скрепляются между собой с помощью поворотных зажимов, либо резьбовых болтов, установленных в креплении на одной из стен [48].

В сложенном положении данный контейнер представляет собой плоскую единицу, которая может складываться друг на друга и занимать меньше места.

Предусмотрены также замки, которые фиксируют один сложенный контейнер относительно другого сложенного контейнера.

Таким образом, перечисленные выше патенты складных контейнеров, которые ещё не вышли на рынок перевозок грузов, также выступают хорошей базой для анализа технологий, необходимых при разработке усовершенствованного складного контейнера. Складной контейнер должен обладать механизмом крепления нескольких контейнеров друг к другу в сложенном состоянии, представленном на рисунке 1.15, чтобы повысить безопасность и упростить процессы работы с контейнером, конструкция стенок контейнера должна давать достаточную жёсткость контейнеру, учитывать специфику и условия дальнейшего использования складного контейнера, давайте возможность автономного складывания и раскладывания складного контейнера без обязательного использования подъёмной техники, фитинги и другие устройства крепления должны быть стандартизированы и подходить к широкому спектру оборудования [49].

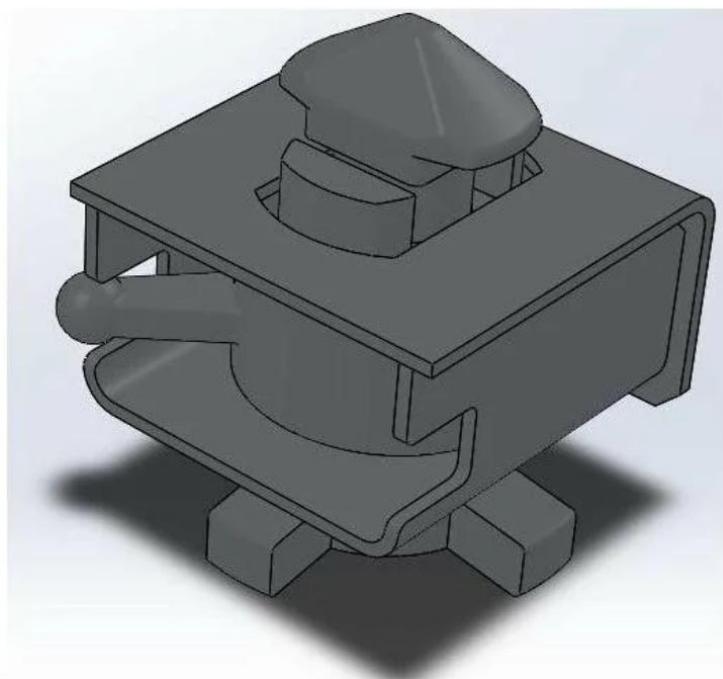


Рисунок 1.15 — Механизм крепления складных контейнеров

1.6 Выводы по главе

1. В результате проведённого анализа была выделена значимость мелкопартионных грузоперевозок как одной из приоритетных сфер для оптимизации логистических процессов. Согласно полученным данным, 30% всех логистических затрат компаний приходится непосредственно на мелкопартионные перевозки, которые, в свою очередь, составляют лишь 3% от общего объёма транспортной работы [50].

2. В ходе проведённого исследования была выявлена значительная потребность ООО «СЕЛЬТА» в оптимизации процессов мелкопартионных перевозок грузов в городской среде. Это обусловлено растущим объёмом потребительских запросов и необходимостью повышения оперативности налоговых и логистических операций. Мелкопартионные перевозки представляют собой важный элемент в цепочке поставок, способствующий эффективному распределению товаров и удовлетворению требований конечного потребителя, а также являются важной частью бизнес-процессов компании [51].

3. Выявлено, что система грузовых перевозок, функционирующая в рамках сервиса «Яндекс.Такси», характеризуется высоким уровнем простоя. Анализ данных показал, что значительная часть транспортных средств остаётся неиспользованной на протяжении времени, что негативно сказывается на общей эффективности системы.

4. Определено, что эффективная организация погрузочно-разгрузочных операций сокращает время операций на 30-40%. Повышению эффективности организации погрузочно-разгрузочных операций могут способствовать использование цифровых логистических продуктов, интегрированных в конструкцию контейнеров, которые позволяют наиболее быстро произвести идентификацию и приёмку контейнера, а также отслеживать информацию о его перемещении в пространстве и времени, а также использование систем трансформации контейнеров, которые увеличивают производительность.

5. Анализ транспортных операций показал, что повышение эффективности перевозок может достигаться за счёт увеличения гибкости системы транспортировки, использования мультимодальных перевозок и специального программного обеспечения для планирования маршрутов. В части оптимизации транспортной составляющей процесса перевозок сокращение времени перевозок грузов может достигать 50%. Темпы роста устройств отслеживания положения грузов достигают 11%, что говорит об актуальности данных устройств и опережающих темпах их производства [1].

2. ПРОГРАММНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ГОРОДСКИХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК И ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

2.1. Технико-экономическая оценка использования складных контейнеров в городских перевозках

Складные контейнеры обладают широким спектром параметров, которые не свойственны контейнерам общего назначения. Способность складных контейнеров складываться и занимать меньше места на транспортном средстве даёт возможность предполагать, что их использование в транспортном процессе является более предпочтительным, тем не менее складные контейнеры обладают большей изначальной стоимостью и меньшим сроком эксплуатации по сравнению с контейнерами общего назначения, рис. 2.1. Это предопределяет необходимость детального анализа и оценки экономической эффективности использования складных контейнеров в различных организационно-производственных условиях [53].

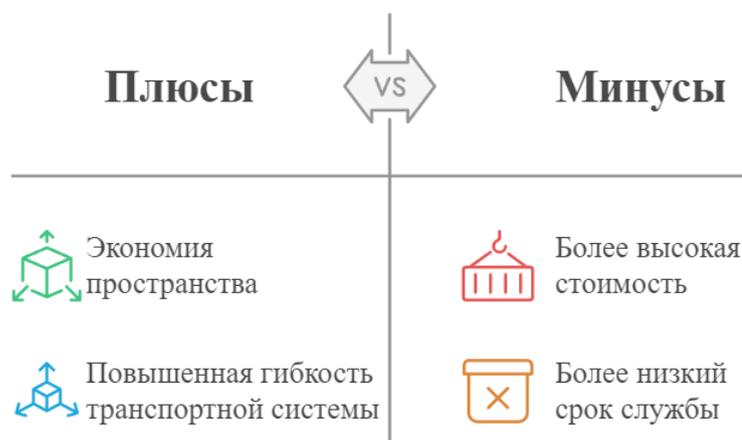


Рисунок 2.1 — Положительные и отрицательные стороны использования складного контейнера

Под организационно-производственными условиями подразумеваются разные виды транспорта, включая морские, железнодорожные, автомобильные перевозки. Каждый из этих видов имеет свои уникальные требования и

ограничения, и изучение возможности складных контейнеров эффективно адаптироваться к этим условиям является актуальной темой.

По сравнению с другими видами перевозок, перевозка грузов с помощью складных контейнеров даёт возможность:

1. Использовать складные контейнеры на различных видах транспорта, в том числе автомобильном, железнодорожного и морском, что даёт преимущество, так как отсутствует необходимость в покупке транспортной тары для различных видов транспорта.

2. Возможность складывания контейнеров играет важную роль в процессе оптимизации пространства, используемого для перевозки порожних складных контейнеров. Это ведёт к снижению транспортных расходов, уменьшению себестоимости перевозки, повышению общей пропускной способности транспортных путей.

3. Снизить затраты на перегрузку за счёт того, что весь перевозимый в складном контейнере груз является одной грузовой единицей, соответственно, требует меньших трудозатрат на обработку.

4. Сокращения порожних пробегов транспортных средств до 4 раз за счёт того, что на месте одного грузового контейнера помещается 4 грузовых контейнера [53].

В контексте данного исследования под эффективностью E понимается комплексная характеристика, учитывающая количество заказов на перевозку грузов, осуществлённых транспортным средством, среднее время выполнения заявки на перевозку и коэффициент использования рабочего времени.

$$E = (П; t_{\text{ср}}; K_{\text{исп РВ}}), \quad (2.1)$$

где $П$ – количество заявок на перевозку, выполняемых одним ТС за смену;

$t_{\text{ср}}$ – среднее время выполнения заявки, мин;

$K_{\text{исп РВ}}$ – коэффициент использования рабочего времени.



Рисунок 2.2 — Преимущества использования складного контейнера

Процессы, которые определяют экономический эффект от использования складных контейнеров и снижении эксплуатационных расходов при обработке и перевозке порожних контейнеров, представлены на рис. 2.2 [54].

В общем виде анализ затрат на перевозку груза должен включать в себя все составляющие, влияющие на конечную стоимость перевозки груза, в том числе стоимость перевозки за единицу расстояния перевозки груза, расстояние перевозки груза, стоимость осуществления погрузочно-разгрузочных работ, стоимость документального оформления груза, стоимость складирования груза и других складских операций, стоимость дополнительных операций в порту, стоимость возврата порожнего контейнера.

Помимо перечисленных выше факторов на стоимость перевозки также могут оказывать влияние тип груза, так как грузы в различных упаковках и с различными требованиями к условиям перевозки и хранения могут требовать разных затрат, стоимость страхования груза, подверженность его рискам, местные налоги пошлины и сборы за пользование инфраструктурой, издержки по организации логистики.

$$Z_{\text{общ}}(q) = C_{\text{лог}} + n(C_{\text{км}} \cdot l + C_{\text{п-р}} + C_{\text{док}} + C_{\text{скл}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{пор}}), \quad (2.2)$$

где $Z_{\text{общ}}(q)$ — общие затраты на осуществление перевозки груза, руб.;

$C_{\text{лог}}$ — издержки по организации логистики, включающие в себя затраты на планирование маршрутов, управление запасами и т.д., руб.;

n — количество перевозимых контейнеров, шт;

$C_{км}$ — стоимость перевозки за единицу длины маршрута, руб.;

l — длина маршрута, км;

$C_{п-р}$ — стоимость погрузочно-разгрузочных работ, руб.;

$C_{док}$ — стоимость документального оформления, руб.;

$C_{скл}$ — стоимость складирования, руб.;

$C_{доп}$ — стоимость дополнительных операций, руб.;

$C_{пор}$ — стоимость возврата порожнего контейнера, руб.

Начальные капитальные затраты на приобретение складного контейнера, а также расходы на ремонт и техническое обслуживание складного контейнера выше, чем соответствующие показатели для обычного контейнера, а срок службы складного контейнера ниже. По состоянию на 2022 год стоимость контейнера общего назначения составляла около 300 000 руб, в то время как стоимость складного контейнера такого же размера находилась в пределах 1 млн руб. Уровень увеличения расходов на ремонт и техническое обслуживание складного контейнера зависит от условий эксплуатации. Срок службы складного контейнера приблизительно в три раза ниже, чем срок службы универсального контейнера общего назначения.

Использование складных контейнеров в городских перевозках обеспечивает гибкость, но влечёт большие капитальные и операционные расходы.

Первичные данные и расчеты.

Стоимость складного контейнера: 1 200 000 руб.

Стоимость обычного контейнера: 300 000 руб.

Разница в капитальных вложениях: 900 000 руб на один складной контейнер.

Эксплуатационные расходы складного контейнера выше (например, обслуживание механики складывания, страховка, осмотры).

Автомобили одинаковы по цене, но для работы со складными контейнерами требуется КМУ (кран-манипулятор). Допустим, установка и эксплуатация: 2–3 млн руб, топливо и техническое обслуживание.

Обычные контейнеры требуют больше ручного труда при погрузке/разгрузке, следовательно, выше затраты на простой автомобиля.

Складные контейнеры экономят время автомобиля, так как машина может уехать и осуществлять другие заказы.

Нужно учитывать, что складной контейнер и КМУ дороже в эксплуатации и обслуживании, но у обычный автомобиль вынужден ждать загрузку/разгрузку, а со складным контейнером автомобиль оставляет контейнер и уезжает, следовательно, выполняется больше рейсов за смену.

Таким образом, окупаемость зависит от интенсивности использования. Чем больше оборот, тем быстрее окупается складной контейнер.

Сравниваем две альтернативы для одного автомобиля:

База (В): обычный контейнер, КМУ нет.

Проект (F): складные контейнеры, КМУ есть.

Экономический эффект оцениваем как инкрементальные (приращённые) потоки:

$$CF_t = CF_t^{(F)} - CF_t^{(B)} \quad (2.3)$$

Производительность за год:

$$Q_B = q_B \cdot D \quad (2.4)$$

$$Q_F = q_F \cdot D \quad (2.5)$$

$$\Delta Q = Q_F - Q_B, \quad (2.6)$$

где q_F, q_B – число рейсов в день;

D – число рабочих дней в году.

Маржинальный доход на рейс определяется по формуле:

$$CM = P - AVC, \quad (2.7)$$

где P – доход за рейс;

AVC – переменные издержки за рейс.

Изменение маржинальной прибыли при внедрении технологии определяется по формуле:

$$\Delta Contribution = \Delta Q \cdot CM \quad (2.8)$$

Приращение постоянных эксплуатационных расходов при внедрении технологии:

$$\Delta TFC = TFC_F - TFC_B \quad (2.9)$$

Линейная амортизация с учётом ликвидационной стоимости:

$$D_{ep} = \frac{C_0 - SV}{N} \quad (2.10)$$

где C_0 — капитальные затраты;

SV — ликвидационная стоимость;

N — предполагаемый срок эксплуатации, лет.

$$\Delta D_{ep} = \Delta D_{epF} - \Delta D_{epB} \quad (2.11)$$

Операционная прибыль до амортизации:

$$EBIT' = \Delta Contribution - \Delta TFC \quad (2.12)$$

Операционная прибыль с учетом амортизации:

$$EBIT = EBIT' - \Delta D_{ep} \quad (2.13)$$

Налог на прибыль:

$$Tax = T \cdot EBIT, \quad (2.14)$$

где T — ставка налога на прибыль.

Чистая операционная прибыль после налога:

$$NOPAT = EBIT \cdot (1 - T) \quad (2.15)$$

Годовой операционный денежный поток:

$$OCF = NOPAT + \Delta D_{ep} \quad (2.16)$$

Инвестиционный капитал в момент $t = 0$:

$$IC = (C_{F,0} - C_{B,0}) \quad (2.17)$$

где $C_{F,0}$ — объем инвестиций для инвестиционного проекта;

$C_{B,0}$ — объем инвестиций для базового проекта.

Приращение ликвидационной стоимости в конце предполагаемого срока эксплуатации N :

$$\Delta SV = SV_F - SV_B \quad (2.18)$$

NPV — чистая приведённая стоимость — это финансовый показатель, который позволяет оценить прибыльность инвестиционного проекта. Он отражает

разницу между приведённой стоимостью будущих денежных потоков и первоначальными инвестициями.

$$NPV = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{OCF_t}{(1+i)^t} + \frac{\Delta SV}{(1+i)^N} \quad (2.19)$$

Если $NPV > 0$, то проект создает стоимость и может рассматриваться как рентабельный.

Индекс рентабельности:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{OCF_t}{(1+i)^t} + \frac{\Delta SV}{(1+i)^N}}{IC} \quad (2.20)$$

Если $PI > 1$, то проект может быть приемлем с точки зрения рентабельности.

Простой срок окупаемости:

$$PBP = \frac{IC}{OCF} \quad (2.21)$$

Дисконтированный срок окупаемости:

$$DPP = \sum_{t=1}^N \frac{OCF_t}{(1+i)^t} \geq IC \quad (2.22)$$

Бухгалтерская рентабельность:

$$ARR_0 = \frac{NOPAT}{IC} \quad (2.23)$$

Точка безубыточности:

$$BEP = \frac{TFC}{P - AVC} \quad (2.24)$$

Входные данные и допущения:

КМУ (для использования складных контейнеров). Стоимость 2 500 000 руб.

Прочие общие постоянные расходы одинаковы — 1,2 млн руб/год.

Количество контейнеров: для инвестиционного проекта — 2 складных на машину (чтобы цикл доставки); в базе — 1 обычный.

Срок анализа: 5 лет. Ставка дисконтирования 15%. Налог на прибыль 20%.

Эксплуатация: 250 раб. дней/год.

Производительность:

$$q_B = 2 \text{ рейса/день} \rightarrow Q_B = 2 \cdot 250 = 500 \text{ рейсов/год}$$

$$q_F = 3 \text{ рейса/день} \rightarrow Q_F = 3 \cdot 250 = 750 \text{ рейсов/год}$$

$$\Delta Q = 250 \text{ рейсов/год}$$

Экономика рейса:

$$P = 10\,000 \text{ руб/рейс}$$

$$AVC = 3\,000 \frac{\text{руб}}{\text{рейс}} \rightarrow CM = 10\,000 - 3\,000 = 7\,000 \text{ руб/рейс}$$

Инвестиции:

Инвестиционный проект: контейнеры 2 шт+ КМУ.

$$C_{F,0} = 2,4 + 2,5 = 4,9 \text{ млн руб.}$$

$$C_{B,0} = 0,3 \text{ млн руб.}$$

$$IC = 4,9 - 0,3 = 4,6 \text{ млн руб.}$$

Ликвидация (через 5 лет) — 30% от первоначальной стоимости активов каждого варианта:

$$SV_B = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ млн руб.}$$

$$SV_F = 0,3 \cdot 4,9 = 1,47 \text{ млн руб.}$$

$$\Delta SV = 1,47 - 0,09 = 1,38 \text{ млн руб.}$$

Амортизация линейная:

$$D_{epB} = \frac{0,3 - 0,09}{5} = 0,042 \text{ млн } \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$D_{epF} = \frac{4,9 - 1,47}{5} = 0,686 \text{ млн } \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$\Delta D_{ep} = 1,47 - 0,042 = 0,644 \text{ млн } \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Приращение постоянных расходов:

$$\Delta TFC = 0,168 + 0,2 - 0,015 = 0,353 \text{ млн } \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Маржинальный доход:

$$\Delta Contribution = 250 \cdot 7\,000 = 1\,750\,000 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Операционная прибыль до амортизации:

$$EBIT' = 1\,750\,000 - 353\,000 = 1\,397\,000 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

Операционная прибыль с учетом амортизации:

$$EBIT = 1\,397\,000 - 644\,000 = 753\,000 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Чистая операционная прибыль после налога:

$$NOPAT = 753\,000 \cdot (1 - 0,2) = 602\,400 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Годовой операционный денежный поток:

$$OCF = 602\,400 + 644\,000 = 1\,246\,400 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

Чистая приведённая стоимость:

$$NPV = -4\,600\,000 + \sum_{t=1}^5 \frac{CF_t}{(1+0,15)^t} = 264\,230 \text{ руб.}$$

$$CF_0 = -4\,600\,000; CF_{1...4} = 1\,246\,400; CF_5 = 1\,246\,400 + 1\,380\,000 = \\ = 2\,626\,400 \text{ руб.}$$

Индекс рентабельности:

$$PI = \frac{4\,864\,230}{4\,600\,000} = 1,057.$$

Простой срок окупаемости:

$$PBP = \frac{4\,600\,000}{1\,246\,400} = 3,69 \text{ года.}$$

Дисконтированный срок окупаемости:

$$DPP = 4,8 \text{ года.}$$

Бухгалтерская рентабельность:

$$ARR_0 = \frac{602,4}{4\,600} \cdot 100 = 13,1\%.$$

Точка безубыточности:

$$TFC_B = 1,2 + 0,015 = 1,215 \text{ млн руб.}$$

$$TFC_F = 1,2 + 0,168 + 0,2 = 1,568 \text{ млн руб.}$$

$$BEP_B = \frac{1\,215\,000}{7\,000} = 174 \text{ рейса/год.}$$

$$BEP_F = \frac{1\,568\,000}{7\,000} = 224 \text{ рейса/год.}$$

Так как $Q_B = 500$; $Q_F = 750$, запас существенный.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что использование складных контейнеров на автомобильном транспорте может создавать дополнительную стоимость $NPV = +0,264$ млн руб, $PI = 1,057$. При этом

необходимо отметить, что предложенные действия чувствительны к тарифу на перевозку P , дополнительным рейсам ΔQ , объему капитала. В рамках работы системы важно удерживать загрузку на уровне $q_F \geq 3$.

Таким образом, с учётом вышеизложенных особенностей складного контейнера, а также конъюнктуры, сложившейся на рынке грузовых перевозок, необходимо определить эффективные параметры использования складного контейнера.

Когда речь идёт о доставке в городской среде на автомобильном транспорте, анализ экономической эффективности становится более сложным. Автомобильные маршруты разнообразны и изменчивы, с множеством факторов, которые могут влиять на время и стоимость доставки, таких как интенсивность движения, заторы, особенности дорожной инфраструктуры и региональная специфика.

Для решения этой задачи может потребоваться использование имитационного моделирования. Этот метод позволяет учесть различные сценарии и условия, проанализировать влияние множества переменных и сделать более точные прогнозы по экономической эффективности использования складных контейнеров в городской логистике. Имитационное моделирование выявляет оптимальные маршруты и способы транспортировки, что, в свою очередь, приведёт к улучшению результатов и снижению затрат, повышению безопасности [55, 56].

Таким образом, можно утверждать, что реализация эффективной доставки в городской среде на автомобильном транспорте требует более сложных подходов, таких как имитационное моделирование. Это подчёркивает важность применения специализированных инструментов и технологий для оценки экономической эффективности в различных условиях и оптимизации логистических процессов.

2.2 Имитационная платформа AnyLogic для создания модели перевозок грузов в городской среде

Одним из способов нахождения параметров функционирования сложных систем является моделирование. В ситуации, когда проведение натурального эксперимента является в достаточной степени затратным, долгим и сложным, либо же опасным, использование моделирования даёт возможность получить необходимые величины и зависимости, также важным преимуществом имитационных моделей является способность модели наглядно демонстрировать изучаемый процесс [57].

Для построения реальной модели системы, необходимо описать её на языке моделирования, при этом изначально необходимо определить уровень абстракции, так как подробное описание всех элементов системы может являться избыточным. Любая система в реальном мире всегда сложнее, чем её модель.

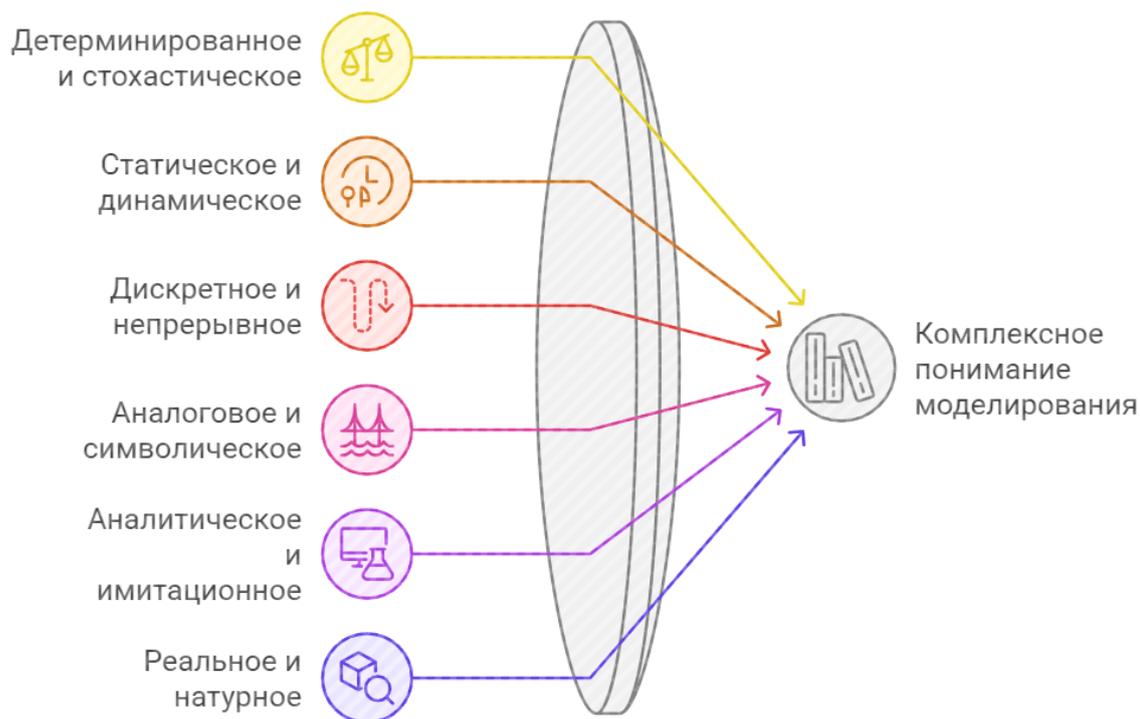


Рисунок 2.3 — Виды моделирования

Существует широкий спектр видов моделирования, представленный на рисунке 2.3. Нет определённого алгоритма для выявления наиболее подходящего вида моделирования, в зависимости от целей и задач исследования, может выбираться тот или иной вид моделирования, либо же их комбинация.

Выделяют следующие виды моделирования:

Детерминированное моделирование отображает процессы, в которых предполагается отсутствие случайных воздействий.

Стохастическое моделирование отображает вероятные процессы и события, обусловленные случайными воздействиями.

Статическое моделирование служит для описания поведения объектов в какой-либо момент времени.

Динамическое моделирование отражает поведение объекта во времени.

Дискретное моделирование служит для описания процессов, которые предполагаются дискретными, соответственно непрерывное моделирование позволяет отразить непрерывные процессы.

Аналоговое моделирование основывается на применении объекта иной физической природы, имеющей схожие свойства с моделируемым для достижения цели моделирования.

Символическое моделирование – искусственный процесс создания логического объекта, который замещает реальный и выражает основные свойства его отношений с помощью определённой системы знаков и символов.

Аналитическое моделирование – для него характерно то, что процессы функционирования элементов системы записываются в виде функциональных соотношений или логических условий.

Имитационное моделирование – реализует модель алгоритма, воспроизводящего процесс функционирования системы во времени, причём имитируются элементарные явления с сохранением их логической структуры и связей в системе и последовательности протекания во времени.

Реальное моделирование – использует возможность исследования различных характеристик системы либо на реальном объекте, либо на его части.

Натурное моделирование – проведение исследований на реальном объекте с последующей обработкой результатов на основе теории подобия.

Компьютерное моделирование – это процесс проведения вычислительного эксперимента над компьютерной моделью реального объекта (системы) [58].

Модель, имитирующая работу системы доставки грузов с использованием складных контейнеров, должна объединять и учитывать свойства сразу нескольких видов моделирования. Часть зависимостей и процессов в модели должна быть задана детерминировано, например, время начала и окончания рабочего дня. Вероятностные процессы и события также должны быть учтены в разрабатываемой модели, к ним, например, относят время, затраченное на осуществление погрузочно-разгрузочных операций, для этой величины значения может быть задано с помощью распределения величин, либо зависеть от состава заказа, количества человек, принимающих участие в погрузочно-разгрузочных работах, от времени суток, погодных условий и других обстоятельств.



Рисунок 2.4 — Процесс моделирования системы доставки грузов

Моделирование, представленное на рисунке 2.4, должно учитывать динамические параметры автомобилей, перевозящих складные контейнеры, складных контейнеров, клиентов. Основные параметры каждого из участников процесса перевозок должны быть доступны в любой момент времени.

Учёт принципов дискретного моделирования также является важной частью разработки системы и применяется на уровне определения алгоритма работы системы доставки грузов.

Принципы аналитического моделирования находят своё отражение в, например, логике выбора автомобиля, подходящего для осуществления конкретного этапа перевозки грузов. Существует логическое условие выбора автомобиля, зависящее от количества свободных мест на автомобиле для перевозки складного контейнера.

Принципы имитационного моделирования являются основным базисом исследования, так как создают основу для функционирования модели. Принципы реального моделирования используются в разрабатываемой модели доставки груза с использованием складного контейнера в рамках изучения времени, затрачиваемого на работу с складным контейнером и другими элементами системы. Принципы натурного моделирования используются для определения степени достоверности данных, полученных на основе работы модели [59].

В процессе создания модели определяется и исследуется структура системы, а также её поведение в зависимости от различных условий эксплуатации, её работа в различных сценариях и способы оптимизации. В случае, если оптимальное решение найдено, оно может быть проверено в реальных условиях [60].

Поэтому моделирование даёт возможность заниматься поиском решения задачи в условиях, допускающих возможность ошибок, повторов и изменения некоторых параметров.

Основным инструментом для моделирования являются компьютеры, с помощью которых создаются модели, позволяющие решать самые разнообразные задачи от процессов учёта доходов и расходов, до функционирования больших систем, в том числе и транспортных [61].

Рассмотрим задачу оптимизации автопарка транспортной компании. Для её решения необходимо учесть такие факторы, как расписание поездок, время погрузки и разгрузки, ограничения на время доставки и вместимость транспортных средств. При этом доступность транспортного средства в определённом месте в определённое время зависит от цепочки предшествующих событий, а выбор нового пункта назначения для свободной машины требует

анализа связанных между собой будущих событий. Важность выбора структуры парка ТС отмечается во многих исследованиях, в том числе в [62].

Для решения статических задач, в которых определены и формализованы все основные этапы функционирования системы, использование описанного выше метода является допустимым, но для анализа динамических систем с возможностью нелинейного поведения участников системы, расчетный метод не подходит.

Целесообразным выглядит использование имитационной модели, так как она более подробно описывает и учитывает особенности работы системы, допускает использование определённого уровня абстракции и позволяет с помощью относительно низких затрат времени осуществить анализ сложных систем.

Имитационная модель – это набор правил функционирования объекта, как правило в компьютерной среде (аппаратно-программной), согласно которым система переходит из одного состояния в другое. Правила могут задаваться различными способами, например, дифференциальными уравнениями, диаграммами состояний, диаграммами процессов, расписаниями. Выходные данные модели можно проанализировать прямо в ходе моделирования. Модифицированная имитационная модель предполагает использование и интеграцию в программу особенностей использования контейнера-трансформера, в том числе возможности складывания, одновременной перевозки 4 сложенных контейнеров и наличия цифровых логистических продуктов. Практически все перечисленные выше особенности динамических систем невозможно отразить в аналитической модели.

Можно выделить пять основных преимуществ имитационного моделирования, представленных на рисунке 2.5:

1. Имитационные модели дают возможность найти рациональные параметры задач, которые невозможно решить на уровне методов оптимизации и аналитических вычислений, за счёт возможности учёта большого количества различных данных и существующих связей между ними.

2. Модульный принцип создания модели даёт возможность быстро изменять принцип работы одного модуля без внесения изменений в принцип работы остальной модели.

3. Структура имитационной модели естественным образом отображает структуру моделируемой системы, в отличие от математических моделей, в которых данная структура трудно отслеживается.

4. Имитационная модель позволяет отслеживать все объекты системы, учтенные в выбранном уровне абстракции, добавлять метрики и проводить статистический анализ.

5. Возможность проигрывать модель во времени и анимировать ее поведение [63].



Рисунок 2.5 — Преимущества имитационных моделей

Среда имитационного моделирования AnyLogic написана на языке Java, что делает её кроссплатформенной. Особенностью среды AnyLogic является открытый код, что даёт широкие возможности пользователю среды. После создания модели процесса в среде AnyLogic, инструменты среды создают симуляцию работы модели в виде анимации. Такой подход делает результаты работы более наглядными и понятными для пользователей. Программа широко применяется для проведения исследований на различных видах транспорта [64].

Программная среда Anylogic включает в себя три подхода к имитационному моделированию: дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование и системную динамику, представленные на рисунке 2.6. Создаваемые модели могут иметь свойства сразу нескольких моделей, в зависимости от уровня абстракции. Так, например, системная динамика рассматривает системы с наивысшим уровнем абстракции, заменяет все потоки и участников системы на абстрактные единицы.



Рисунок 2.6 – Виды моделирования Anylogic

Процессы, рассматриваемые с помощью системной динамики, имеют глобальный масштаб, с их помощью анализируются социальные, урбанистические, экологические системы так, что от отдельных объектов систем абстрагируется, а рассматривает все системы целиком, особенности системной динамики представлены на рисунке 2.7.

Такой уровень моделирования не позволяет произвести анализ работы каждого отдельного субъекта, определить производительность автомобиля или время использования конкретного складного контейнера.

Дискретно-событийное моделирование представляет собой вид моделирования, в основе которого лежит набор отдельных блоков событий, в

рамках которого происходит процесс работы системы с учётом состояний объектов, их задач.

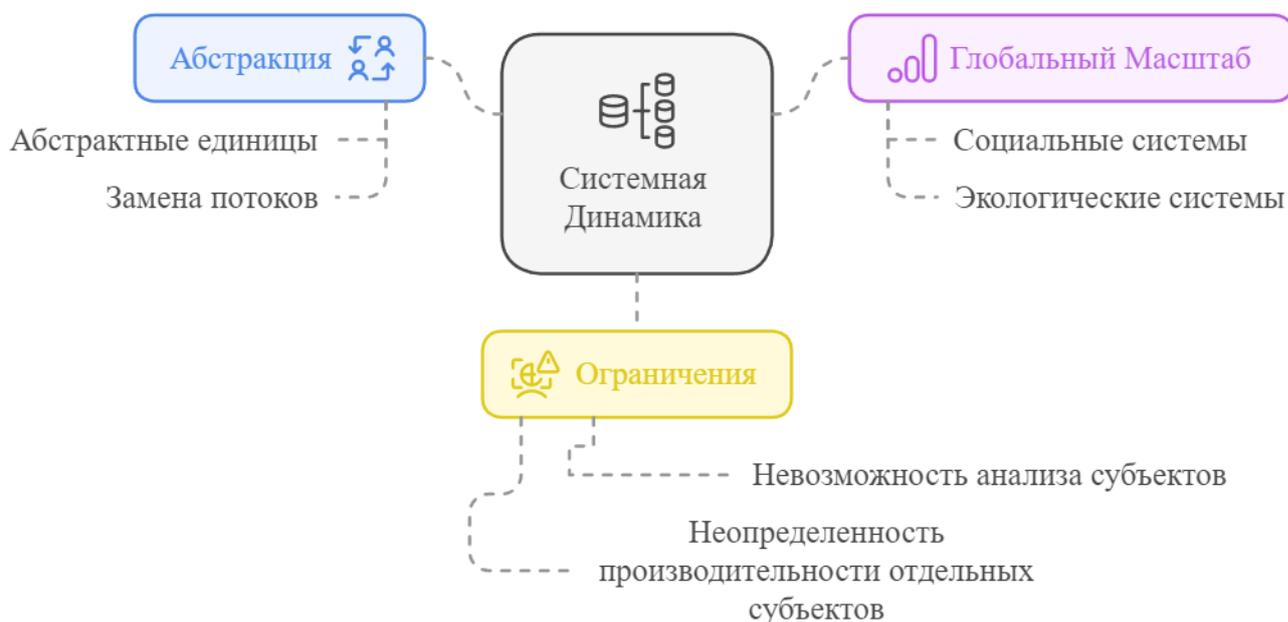


Рисунок 2.7 — Особенности системной динамики

Агентное моделирование представляет собой децентрализованную систему, состоящую из отдельных объектов (агентов), обладающих широким набором способностей, возможностью действовать в зависимости от своего текущего состояния. Основным отличием данной модели, представленным на рисунке 2.8, от описанных выше является то, что в данном случае не происходит описание принципа работы системы в целом, задаётся только логика работы агентов. Агенты в ходе своего функционирования фактически создают исследуемую модель на глобальном уровне. Каждый из агентов может иметь свои отличные от других правила, особенности взаимодействия с окружающей средой и другими.

Важным преимуществом агентного моделирования также является то, что оно позволяет создать модель в ситуации, когда исследователь не имеет представления о том, как будет функционировать итоговая система, какие кроссвязи у её элементов, как они будут действовать. Это также говорит о том, что при необходимости внесения изменений в систему, все изменения могут быть сделаны на уровне агента [65].



Рисунок 2.8 — Особенности агентного моделирования

2.3 Алгоритм организации перевозок грузов с использованием складного контейнера на автомобильном транспорте в условиях городской среды

Использование программного комплекса AnyLogic для решения задачи организации перевозок грузов с использованием складного контейнера на автомобильном транспорте в условиях городской среды имеет ряд преимуществ, которые обосновывают его выбор. Основой процесса организации перевозок грузов является алгоритм, представленный на рисунке 2.9.

Алгоритм состоит из блоков, имеющих информацию о наборе действий, которые необходимо выполнить на каждом конкретном этапе, цели выполнения этапа, входных и выходных данных, проверках, особенностях осуществления этапа алгоритма.

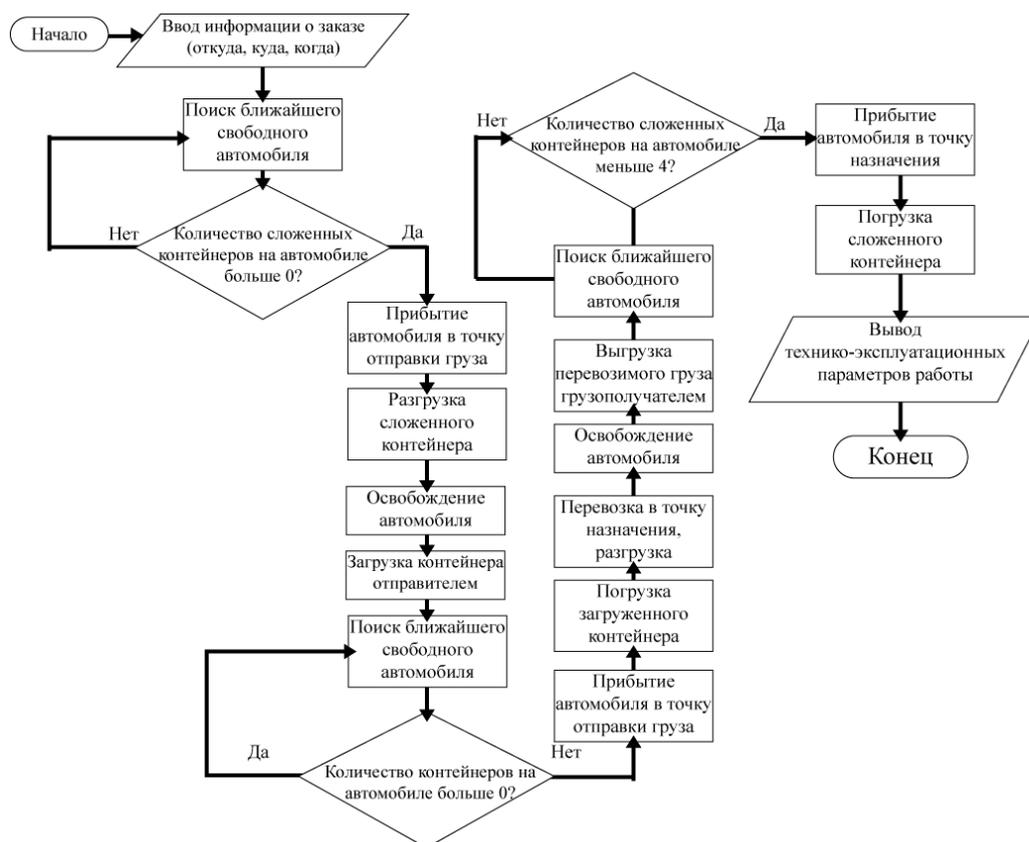


Рисунок 2.9 — Алгоритм организации перевозок грузов с использованием складного контейнера на автомобильном транспорте

Блок 1. Начало

Цель. Запуск процесса обработки заявки новой перевозки.

Действия. Информационная система создает карточку заказа.

Выход. Карточка заказа

Блок 2. «Ввод информации о заказе (откуда, куда, когда)»

Цель. Зафиксировать всю информацию, необходимую, чтобы спланировать рейс.

Вход. Заявка клиента.

Действия. Внести в систему: пункт отправки, пункт назначения, интервал подачи ТС/окно погрузки, желаемое окно доставки.

Блок 3. «Поиск ближайшего свободного автомобиля»

Цель. Найти подходящее ТС, которое можно направить в точку подачи контейнера.

Вход. Карточка заказа; парк ТС с телематикой (GPS), статусами и атрибутами, содержащими информацию о количестве контейнеров на ТС.

Действия. Отфильтровать автомобили по совместимости на основе данных о количестве контейнеров на автомобиле, исключить автомобили, находящиеся слишком далеко.

Выход. Выбранный автомобиль A_1 (самый близкий из доступных).

Блок 4. Условие «Количество сложенных контейнеров на автомобиле больше 0?»

Цель. Определить автомобиль, на котором уже есть сложенные контейнеры.

Проверка. В карточке ТС хранится текущее количество сложенных контейнеров F .

Если $F > 0 \rightarrow$ идём к блоку 5.

Нет $F = 0 \rightarrow$ вернуться к блоку 3 и искать другой свободный автомобиль, на котором есть сложенные контейнеры.

Выход. Определена машина с пустым контейнером для доставки.

Блок 5. «Прибытие автомобиля в точку отправки груза»

Цель. Доставить пустой контейнер отправителю.

Действия. Водитель следует оптимальным маршрутом, подтверждает прибытие с помощью мобильного приложения.

Выход. Статус «ТС у отправителя, готово к выгрузке сложенного контейнера».

Блок 6. «Разгрузка сложенного контейнера»

Цель. Передать отправителю пустой складной контейнер.

Действия. Выгрузка контейнера, визуальный осмотр.

Выход. Контейнер на площадке отправителя. Кол-во сложенных контейнеров на ТС уменьшается $\Delta F = F - 1$.

Блок 7. «Освобождение автомобиля»

Цель. Исключение простоя ТС, связанного с погрузкой перевозимого груза.

Действия. Подтвердить выгрузку в системе. Автомобиль становится свободен и может быть назначен на выполнение следующих заказов.

Выход. ТС A_1 освобождено, у отправителя есть пустой контейнер.

Блок 8. «Загрузка контейнера отправителем»

Цель. Отправитель формирует транспортный пакет.

Действия. Раскрыть складной контейнер, подготовить к загрузке. Загрузить груз, закрепить, закрыть/опломбировать, осуществить фотофиксацию.

Выход. На площадке отправителя загруженный контейнер, готовый к вывозу.

Блок 9. «Поиск ближайшего свободного автомобиля» (второй раз)

Цель. Найти пустой автомобиль, который заберёт загруженный контейнер.

Особенность. Теперь необходим именно пустой автомобиль без контейнеров.

Действия. По аналогии с блоком 3 и фильтром $F=0$ (на борту нет контейнеров) отфильтровать автомобили по совместимости на основе данных о количестве контейнеров на автомобиле, исключить автомобили, находящиеся слишком далеко.

Выход. Выбранный автомобиль A_2 .

Блок 10. Развилка «Количество контейнеров на автомобиле больше 0?»

Цель. Проверка, что выбранное ТС A_2 действительно пустое.

Проверка. $F>0 \rightarrow$ оно занято (везёт что-то ещё или несёт пустые/сложенные контейнеры). Вернуться к блоку 9 и искать другой автомобиль.

$F=0 \rightarrow$ направить A_2 к отправителю (блок 11).

Выход. Определена машина с без контейнера для доставки.

Блок 11. «Прибытие автомобиля в точку отправки груза» (под вывоз)

Цель. Подать пустую машину под готовый загруженный контейнер.

Действия. Прибытие, отметка времени, проверка документов, подготовка площадки/крепежа.

Выход. ТС A_2 готово к погрузке.

Блок 12. «Погрузка загруженного контейнера»

Цель. Погрузить сформированный контейнер на ТС.

Действия. Подъем контейнера, установка на крепёжную раму, фиксация, фотофиксация.

Выход. A_2 укомплектовано и готово к рейсу.

Блок 13. «Перевозка в точку назначения, разгрузка»

Цель. Доставить груз получателю.

Действия. Построение маршрута, контроль соблюдения окон доставки.

Прибытие к получателю, подача к месту разгрузки.

Выход. Машина у получателя, готова к выгрузке контейнера.

Блок 14. «Освобождение автомобиля»

Цель. Снять контейнер, чтобы автомобиль мог продолжить работу.

Действия. Снять контейнер с шасси, передать на площадку получателя. $F=0$ (на автомобиле контейнеров больше нет).

Выход. Автомобиль пуст и может выполнять следующие задачи (например, сбор пустых или перевозку загруженных контейнеров).

Блок 15. «Выгрузка перевозимого груза грузополучателем»

Цель. Разгрузить содержимое контейнера у получателя.

Действия. Открыть/снять пломбу, разгрузить груз, оформить приёмку (подписи, замечания, расхождения). После разгрузки контейнер складывается и становится пустым складным контейнером, готовым к обратной перевозке.

Выход. На площадке получателя — один сложенный контейнер.

Блок 16. «Поиск ближайшего свободного автомобиля» (сбор пустых)

Цель. Организовать вывоз сложенных контейнеров с точки назначения.

Действия. Определить, какое ТС может заняться сбором пустых контейнеров учитывая лимит по вместимости ТС.

Выход. Выбран автомобиль Аз.

Блок 17. Условие «Количество сложенных контейнеров на автомобиле меньше 4?»

Цель. Соблюдение безопасного регламентного предела — не более 4 сложенных контейнеров на одном ТС.

Действия. Если $F < 4 \rightarrow$ можно принимать ещё складные контейнеры.
Переход к блоку 18.

Если $F = 4 \rightarrow$ это авто уже загружено складными контейнерами. Поиск другого ТС (возврат к блоку 16).

Блок 18. «Прибытие автомобиля в точку назначения»

Цель. Подать автомобиль под погрузку пустого сложенного контейнера.

Действия. Прибытие, отметка времени, подготовка средств погрузки.

Выход. Готовность к погрузке пустых контейнеров.

Блок 19. «Погрузка сложенного контейнера»

Цель. Забрать пустой складной контейнер для возврата в оборот.

Действия. Погрузка сложенного контейнера (не превышая ограничение 4 контейнеров на ТС). Планирование маршрута их возврата (на склад, к следующему отправителю и т. п.).

Выход. Автомобиль укомплектован пустыми контейнерами для следующего цикла.

Блок 20. «Вывод технико-эксплуатационных параметров работы»

Цель. Закрыть цикл и сформировать отчёт.

Действия. Автоматически собрать показатели по рейсу: пробег, время в пути/простоя, расход топлива, загрузка по времени, соблюдение временных окон.

Выход. Заказ закрыт.

Программная среда Anylogic является подходящей базой для создания подобных агентных моделей. В новой модели автоматически создаётся первый агент — main, все главные элементы модели в дальнейшем размещаются в рамках агента main. Программного ограничения на количество создаваемых новых агентов нет, все они размещаются на главном экране, представленном на рисунке 2.10.

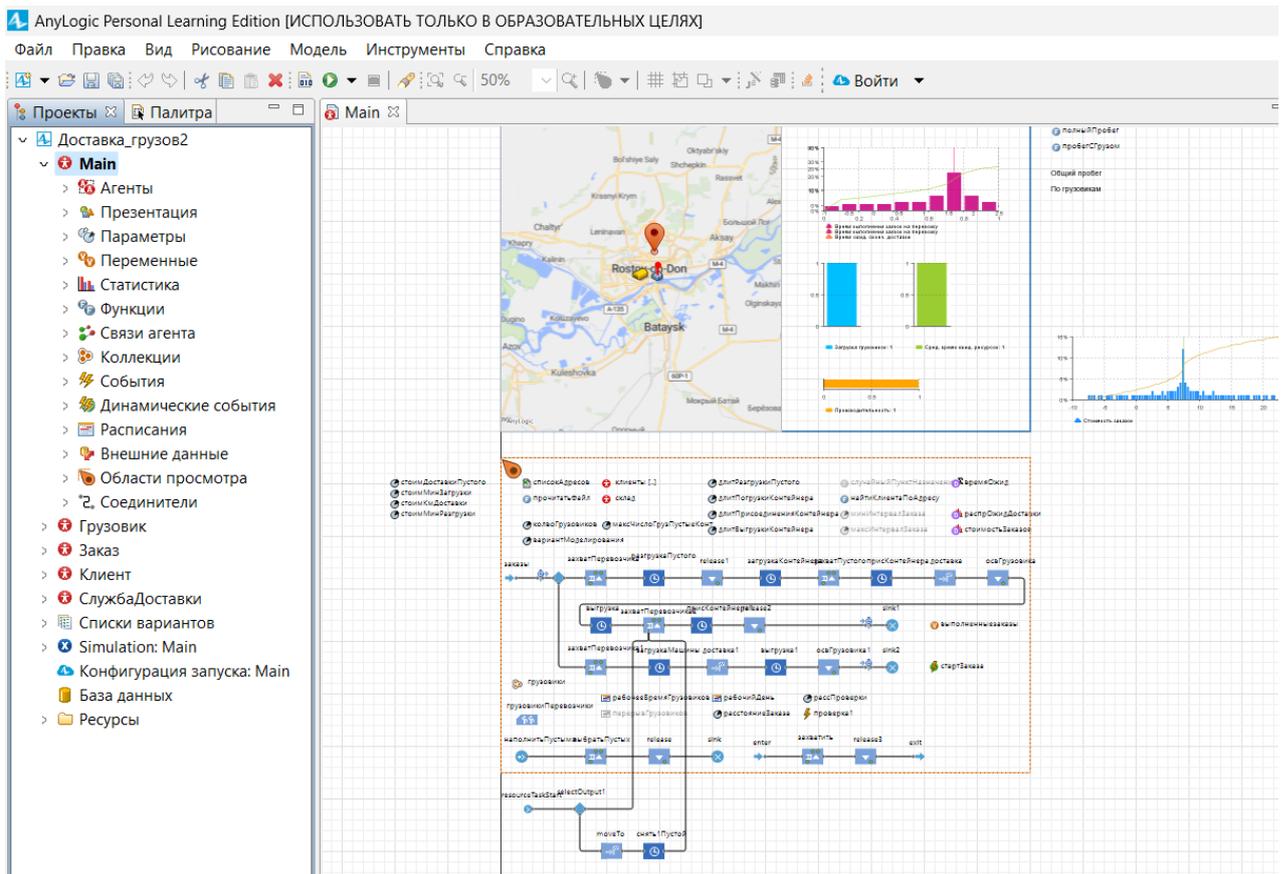


Рисунок 2.10 — Общий вид агента Main

Алгоритм работы модели системы доставки грузов с помощью складных контейнеров в программной среде Any logic представляется с помощью блоков, осуществляющих различные действия с агентами. Алгоритм представлен на рисунке 2.11.

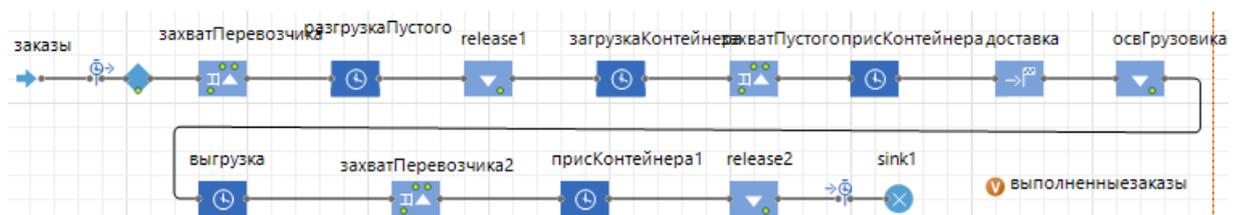


Рисунок 2.11 — Алгоритм работы модели системы доставки грузов с помощью складных контейнеров

Для создания алгоритма использовалась «Библиотека моделирования процессов». Библиотека моделирования процессов AnyLogic поддерживает дискретно-событийный подход моделирования.

Библиотека моделирования процессов с помощью блоков, внесённых в неё, позволяет создавать модели различных систем, учитывая принцип дискретно-событийного моделирования, в том числе осуществлять операции задержки, прибытия, захвата ресурса и других. Агенты, описанные в алгоритме, могут иметь свои параметры и свойства, влияющие на их дальнейшее функционирование [66].

Все процессы, моделируемые с помощью библиотеки моделирования процессов, отображаются в программной среде в виде блок-схем, имеют чёткую иерархическую структуру и последовательность, могут видоизменяться, дополняться и масштабироваться. Возможность визуализации данных процессов является важным преимуществом.

Алгоритм на рисунке 2.10 начинается с блока «Enter». Он вставляет уже существующих агентов в определённое место внутри процесса, заданного потоковой диаграммой. Этот блок обычно используется либо для добавления агентов, созданных, например, с помощью диаграммы состояний или события, в процесс, описанный потоковой диаграммой, либо в паре с блоком Exit — для реализации маршрутизации агентов [67].



Рисунок 2.11 — Внешний вид блока «Enter»

После блока «Enter» в алгоритме на рисунке 2.10 следует блок «TimeMeasureStart». TimeMeasureStart вместе с TimeMeasureEnd составляет пару блоков, позволяющую измерять время, проведённое агентами между двумя точками диаграммы процесса. С их помощью измеряется время нахождения агента в системе или длительность пребывания агента в каком-то подпроцессе.

TimeMeasureStart задаёт начальную точку, он запоминает момент времени, в который агент проходит через этот блок. TimeMeasureEnd вычисляет для каждого поступившего в него агента разность между текущим моментом времени

и моментом, запомненным блоком TimeMeasureStart, на который ссылается этот блок.



Рисунок 2.12 — Внешний вид блока «TimeMeasureStart»

После блока «TimeMeasureStart» в алгоритме на рисунке 2.10 следует блок «Seize». Он захватывает для агента заданное количество ресурсов из указанного блока ResourcePool. При захвате ресурса агент мгновенно покидает этот блок. Освободить ресурс можно с помощью блока Release. Все захваченные ресурсы должны быть освобождены до того, как агент будет уничтожен с помощью блока Sink. Блок содержит очередь Queue, в которой агенты ожидают, пока запрашиваемые ресурсы не станут доступными.

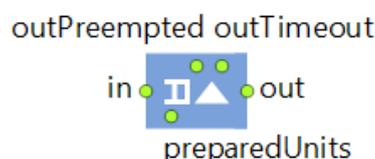


Рисунок 2.13 — Внешний вид блока «Seize»

После блока «Seize» в алгоритме на рисунке 2.10 следует блок «Delay». Блок задерживает агентов на заданный период времени. Время задержки вычисляется динамически, может быть случайным, зависеть от текущего агента или от каких-то других условий.



Рисунок 2.14 — Внешний вид блока «Delay»

После блока «Delay» в алгоритме на рисунке 2.10 следует блок «Release». Освобождает заданное количество ресурсов, ранее захваченных агентом с помощью блока «Seize».



Рисунок 2.15 — Внешний вид блока «Release»

После блока «Release» в алгоритме на рисунке следует блок «MoveTo». Он перемещает агента в новое место. Если к агенту присоединены какие-то ресурсы, то они перемещаются вместе с агентом. При этом независимо от скорости ресурсов перемещаться такая группа из агента и его ресурсов будет со скоростью агента. Время, которое агент проведёт в этом блоке, будет равно отношению длины кратчайшего из возможных путей из текущего местоположения агента в место назначения, к скорости агента. Агент будет отображаться на анимации движущимся по выбранному пути или маршруту [66, 67, 68].



Рисунок 2.16 — Внешний вид блока «MoveTo»

Алгоритм и свойства блоков. Алгоритм работы системы доставки грузов был адаптирован к программным особенностям программы Any logic и имеет вид, представленный на рисунке 2.17.

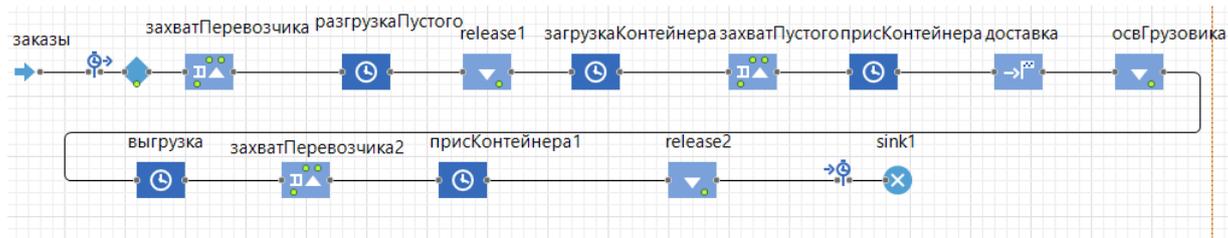


Рисунок 2.17 — Алгоритм работы системы в Any logic

Поступающий в систему заказ на перевозку груза при его обработке попадает на блок «захватПеревозчика», который должен из общего множества агентов, перевозящих контейнеры выбрать тот, который имеет хотя бы один сложенный контейнер и находится ближе всего в геоинформационной системе. Свойства блока представлены на рисунке 2.18.

▼ Специфические

Задать выбор ресурса:

Условие выбора ресурса: `((Грузовик)unit).колвоПустых > 0 && ((Грузовик)unit).distanceTo(agent.заказчик)`

Политика выбора ресурса: Ближайший к агенту по пути (ГИС)

Рисунок 2.18 — Свойства блока «захватПеревозчика»

После блока «захватПеревозчика» и прибытия автомобиля в точку отправки заказ попадает на блок «разгрузкаПустого». Данный блок имитирует задержку автомобиля в точке отправки груза, связанную с разгрузкой контейнера. Свойства блока представлены на рисунке 2.19.

Свойства

разгрузкаПустого - Delay

Имя: Отображать имя Исключить

Тип задержки: Определенное время
 До вызова функции stopDelay()

Время задержки:

Рисунок 2.19 — Свойства блока «разгрузкаПустого»

После блока «разгрузкаПустого» заказ попадает на блок «release1», при попадании на который агент становится доступен для выполнения следующих заявок на перевозку.

После блока «release1» заказ попадает на блок «загрузкаКонтейнера», данный блок имитирует задержку грузоотправителя в точке отправки груза,

связанную с загрузкой контейнера. Свойства блока схожи со свойствами блока «разгрузкаПустого».

После блока «загрузкаКонтейнера» заказ попадает на блок «захватПустого». Данный блок схож с блоком «захватПеревозчика», за тем исключением, что на данном этапе нам необходим автомобиль, имеющий место для перевозки разложенного контейнера. Свойства блока представлены на рисунке 2.20.

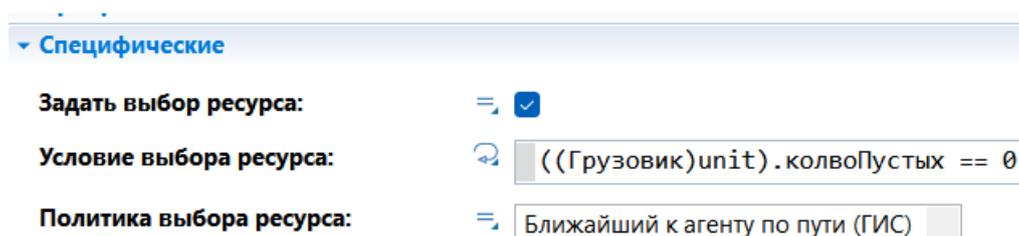


Рисунок 2.20 — Свойства блока «загрузкаКонтейнера»

После блока «захватПустого» заказ попадает на блок «присКонтейнера», данный блок имитирует задержку автомобиля в точке отправки груза, связанную с погрузкой контейнера на автомобиль. Свойства блока схожи со свойствами блока «разгрузкаПустого».

После блока «присКонтейнера» заказ попадает на блок «доставка», который моделирует перемещение автомобиля с контейнером по кратчайшему или быстрейшему маршруту по участку геоинформационной системы.

После блока «доставка» заказ попадает на блок «освГрузовика», при попадании на который агент становится доступен для выполнения следующих заявок на перевозку.

После блока «освГрузовика» заказ попадает на блок «выгрузка», данный блок имитирует задержку грузоотправителя в точке получения груза, связанную с разгрузкой контейнера. Свойства блока схожи со свойствами блока «разгрузкаПустого».

После блока «выгрузка» заказ попадает на блок «захватПеревозчика2». Данный блок схож с блоком «захватПеревозчика», за тем исключением, что на

данном этапе нам необходим автомобиль, имеющий место для перевозки сложенного контейнера.

После блока «захватПеревозчика» заказ попадает на блок «присКонтейнера1», данный блок имитирует задержку автомобиля в точке назначения груза, связанную с возвращением контейнера. Свойства блока схожи со свойствами блока «разгрузкаПустого».

После блока «присКонтейнера» заказ попадает на блок «release2», при попадании на который агент становится доступен для выполнения следующих заявок на перевозку [66, 67, 68].

По окончании цикла вся информация о ходе перевозки вносится в сводную таблицу.

Исследование сфер и условий оптимального использования системы доставки грузов. Рассмотрим сферу организации внутригородских перевозок грузов на транспортных средствах, которые оборудованы краново-манипулятивной установкой. В рамках обслуживаемой территории находятся пункты отправки груза и пункты назначения. Между данными пунктами происходит транспортировка грузов с использованием складных контейнеров. Все пункты могут выступать как пунктами грузоотправления, так пунктами грузоназначения. В моделируемый промежуток времени у транспортной компании используется постоянное количество транспортных средств N , которые осуществляют доставку сложенных складных контейнеров и постоянное количество транспортных средств V , которые имеют свободное грузовое место для складного контейнера, который содержит перевозимый груз. Все планируемые на день грузовые перевозки известны на этапе запуска модели, а появление новых заказов на перевозку груза моделируется повторным запуском модели. Время погрузочно-разгрузочных операций задано нормальным распределением. Количество контейнеров на складе не ограничено [61].

Программная среда Anylogic позволяет нанести на карту реального участка улично-дорожной сети пункты отправления и назначения, а также учитывать направление движения и скорость движения на различных участках улично-

модели являются: время, в которое заказ на перевозку груза поступает в систему распределения заказов, пункт отправления груза, пункт назначения груза, количество транспортных средств, которые перевозят сложенные складные контейнеры, количество транспортных средств, которые перевозят разложенные складные контейнеры, время рабочей смены водителей.

Входная информация о количестве заказов и времени заказов поступает в модель с помощью файла Excel, допускается обновление данных в файле Excel с последующей перезагрузкой модели, что даёт возможность в режиме реального времени добавлять новые заказы на перевозку грузов. Формат передачи данных представлен на рисунке 2.22.

	А	В	С
1	ОТКУДА	КУДА	ДАТА и ВРЕМЯ
2	Ростов-на-Дону Чехова 52	Ростов-на-Дону Киргизская 38 Б	06.01.20 9:00
3	Ростов-на-Дону Киргизская 38 Б	Ростов-на-Дону Ленина 101/22	06.01.20 9:20
4	Ростов-на-Дону 40-летия Победы 91	Ростов-на-Дону Калужская 78/5	06.01.20 9:40
5	Ростов-на-Дону Профсоюзная 45	Ростов-на-Дону Селиванова 66	06.01.20 10:00
6	Ростов-на-Дону Таганрогская 161/2	Ростов-на-Дону Шолохова 203	06.01.20 10:20
7	Ростов-на-Дону Криворожская 59	Ростов-на-Дону Чехова 52	06.01.20 10:40
8	Ростов-на-Дону Профсоюзная 45	Ростов-на-Дону Ленина 101/22	06.01.20 11:00
9	Ростов-на-Дону Лермонтовская 116/63	Ростов-на-Дону 40-летия Победы 91	06.01.20 11:20
10	Ростов-на-Дону Портовая 97а	Ростов-на-Дону Калужская 78/5	06.01.20 11:40
11	Ростов-на-Дону Таганрогская 161/2	Ростов-на-Дону Думенко 5	06.01.20 12:00
12	Ростов-на-Дону Криворожская 59	Ростов-на-Дону Крепостной 108	06.01.20 12:20
13	Ростов-на-Дону Ченцова 18	Ростов-на-Дону Мадояна 72	06.01.20 12:40
14	Ростов-на-Дону 40-летия Победы 91	Ростов-на-Дону Киргизская 38 Б	06.01.20 13:00
15	Ростов-на-Дону Чехова 52	Ростов-на-Дону Киргизская 38 Б	06.01.20 13:20
16	Ростов-на-Дону Киргизская 38 Б	Ростов-на-Дону Ленина 101/22	06.01.20 13:40
17	Ростов-на-Дону 40-летия Победы 91	Ростов-на-Дону Калужская 78/5	06.01.20 14:00
18	Ростов-на-Дону Профсоюзная 45	Ростов-на-Дону Селиванова 66	06.01.20 14:20
19	Ростов-на-Дону Таганрогская 161/2	Ростов-на-Дону Шолохова 203	06.01.20 14:40
20	Ростов-на-Дону Криворожская 59	Ростов-на-Дону Чехова 52	06.01.20 15:00
21	Ростов-на-Дону Профсоюзная 45	Ростов-на-Дону Ленина 101/22	06.01.20 15:20

Рисунок 2.22 — Список заказов

Модель позволяет определять все рассматриваемые параметры как функцию распределения, либо определённое значение. На рисунке 2.23 представлен интерфейс программы, в котором определяются параметры количества транспортных средств и времени погрузочно-разгрузочных операций.

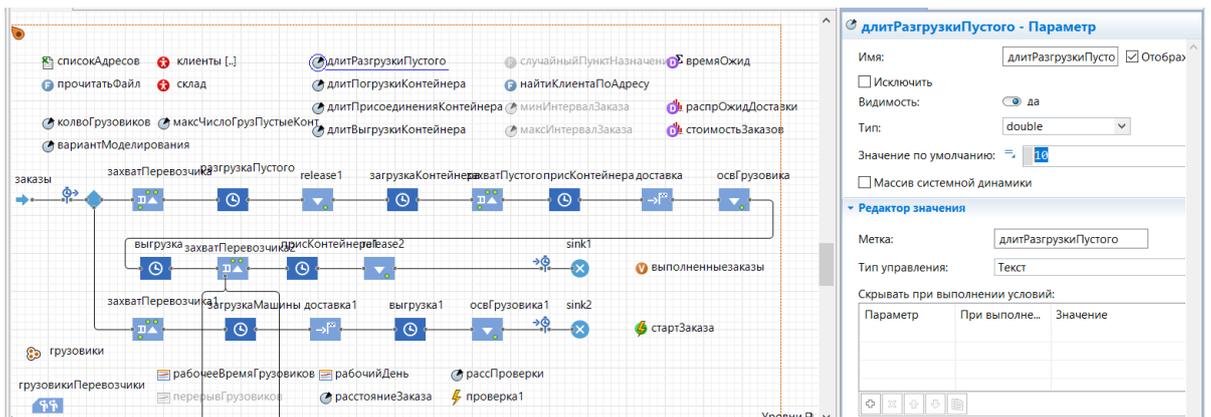


Рисунок 2.23 — Параметры модели

Большая часть технико-эксплуатационных параметров работы системы доставки грузов с помощью складных контейнеров не может быть рассчитана каким-либо другим способом с достаточным уровнем точности, либо же данные расчёт может быть крайне затруднителен. На рисунке 2.24 представлен интерфейс модуля симуляции моделирования.



Рисунок 2.24 — Модуль моделирования

Суть эксперимента заключалась в проведении повторяемого моделирования работы системы доставки грузов с помощью складных контейнеров с различными входными параметрами, в том числе с разным количеством автомобилей, перевозящих сложенные складные контейнеры и количество автомобилей,

перевозящем разложенные складные контейнеры при неизменном наборе заказов на перевозку грузов. В таблице 1.6 представлены результаты экспериментов [61].

Таблица 1.6

Результаты экспериментов

Колво машин	С контейнерами	Поступило заказов	Выполнено заказов	Возвращено контейнеров	Ср. время выполнения заказов, мин	Ср. время ожидания авто для перевозки загруженного контейнера	Загрузка грузовиков	Ср. вр. Ожид. Авто с контейнерами	Общий пробег	С грузом	Производительность	Коэффициент использования пробега	Себестоимость работы, тыс руб	Доход	Прибыль
10	9	20	20	17	83	11,5	0,22	11,5	658	174	2	0,26	25,133	16090	-9,0432
10	8	20	20	11	77	6,9	0,2	6,9	587	174	2	0,30	24,04	16090	-7,9498
10	7	20	20	10	76	5,6	0,2	5,6	565	174	2	0,31	23,701	16090	-7,611
10	6	20	20	11	75	4,5	0,2	4,5	537	174	2	0,32	23,27	16090	-7,1798
10	5	20	20	13	76	4,3	0,21	4,3	580	174	2	0,30	23,932	16090	-7,842
10	4	20	20	7	76	4,3	0,2	4,3	538	174	2	0,32	23,285	16090	-7,1952
10	3	20	20	9	79	4,7	0,22	4,7	644	174	2	0,27	24,918	16090	-8,8276
10	2	20	19	8	81	3,6	0,22	3,6	565	158	1,9	0,28	23,701	15030	-8,671
10	1	20	17	2	141	4,25	0,16	4,25	439	141	1,7	0,32	21,761	13435	-8,3256
9	8	20	20	14	83	12	0,24	12	637	174	2,2	0,27	23,31	16090	-7,2198
9	7	20	20	10	77	6,9	0,23	6,9	584	174	2,2	0,30	22,494	16090	-6,4036
9	6	20	20	9	76	5,6	0,22	5,6	565	174	2,2	0,31	22,201	16090	-6,111
9	5	20	20	13	77	4,7	0,23	4,7	586	174	2,2	0,30	22,524	16090	-6,4344
9	4	20	20	9	76	4,3	0,23	4,3	571	174	2,2	0,30	22,293	16090	-6,2034
9	3	20	20	10	80	4,7	0,24	4,7	645	174	2,2	0,27	23,433	16090	-7,343
9	2	20	19	8	81	3,6	0,22	3,6	565	158	2,1	0,28	22,201	15030	-7,171
8	7	20	20	16	82	11,2	0,27	11,2	651	174	2,5	0,27	22,025	16090	-5,9354
8	6	20	20	9	77	6,9	0,26	6,9	587	174	2,5	0,30	21,04	16090	-4,9498
8	5	20	20	10	79	5,7	0,27	5,7	612	174	2,5	0,28	21,425	16090	-5,3348
8	4	20	20	7	76	5,4	0,25	5,4	577	174	2,5	0,30	20,886	16090	-4,7958
8	3	20	20	5	78	4,7	0,25	4,7	575	174	2,5	0,30	20,855	16090	-4,765
8	2	20	20	8	84	3,8	0,26	3,8	619	174	2,5	0,28	21,533	16090	-5,4426
8	1	20	17	2	141	4,3	0,2	4,3	439	140	2,1	0,32	18,761	13400	-5,3606
7	6	20	20	14	83	11,2	0,32	11,2	658	174	2,9	0,26	20,633	16090	-4,5432
7	5	20	20	13	80	6,5	0,33	6,5	701	174	2,9	0,25	21,295	16090	-5,2054
7	4	20	20	10	80	5,9	0,32	5,9	674	174	2,9	0,26	20,88	16090	-4,7896
7	3	20	20	10	78	4,8	0,3	4,8	624	174	2,9	0,28	20,11	16090	-4,0196
7	2	20	20	8	82	4,5	0,31	4,5	631	174	2,9	0,28	20,217	16090	-4,1274
7	1	20	17	2	141	4,3	0,23	4,3	439	140	2,4	0,32	17,261	13400	-3,8606
6	5	20	20	10	84	12,6	0,35	12,6	618	174	3,3	0,28	18,517	16090	-2,4272
6	4	20	20	9	81	6,7	0,36	6,7	652	174	3,3	0,27	19,041	16090	-2,9508
6	3	20	20	9	81	6,6	0,37	6,6	673	174	3,3	0,26	19,364	16090	-3,2742
6	2	20	20	9	81	5,6	0,35	5,6	630	174	3,3	0,28	18,702	16090	-2,612
6	1	20	17	2	143	4,25	0,26	4,25	430	140	2,8	0,33	15,622	13400	-2,222
5	4	20	20	9	90	16,4	0,44	16,41	660	174	4	0,26	17,664	16090	-1,574
5	3	20	20	8	87	8,8	0,46	8,8	687	174	4	0,25	18,08	16090	-1,9898
5	2	20	20	5	85	7,4	0,43	7,4	653	174	4	0,27	17,556	16090	-1,4662
5	1	20	17	2	143	5,2	0,32	5,2	454	140	3,4	0,31	14,492	13400	-1,0916
4	3	20	20	8	95	16,5	0,57	16,5	687	174	5	0,25	16,58	16090	-0,4898
4	2	20	20	9	86	8	0,55	8	673	174	5	0,26	16,364	16090	-0,2742
4	1	20	17	2	143	5,5	0,4	5,5	447	140	4,3	0,31	12,884	13400	0,5162
3	2	20	20	7	112	31,9	0,76	31,9	701	174	6,7	0,25	15,295	16090	0,7946
3	1	20	17	2	147	7,4	0,55	7,4	477	140	5,7	0,29	11,846	13400	1,5542
2	1	20	15	3	169	17,6	0,78	17,6	467	122	7,5	0,26	10,192	11770	1,5782

Столбец «Возвращено контейнеров» показывает количество складных контейнеров, которые вернули на мобильный склад до завершения рабочей смены. В случае, если количество возвращённых контейнеров достаточно низкое,

необходимо рассмотреть вопрос организации дополнительных автомобилей, осуществляющих возврат разгруженных складных контейнеров.

Столбец «Ср. Время ожидания авто для перевозки загруженного контейнера» показывает количество времени, которое необходимо ближайшему автомобилю со сложенными контейнерами для того, чтобы прибыть к клиенту.

Столбец «Загрузка транспортных средств» показывает, какую часть времени работы транспортные средства имели активный заказ.

Столбец «Ср. вр. Ожид. Авто с контейнерами» показывает, сколько времени клиент ожидает подачи автомобиля для перевозки уже загруженного контейнера. В нашем случае, так как все заказы поступали равномерно через достаточно большой промежуток времени, то эти значения идентичны столбцу «Ср. Время ожидания авто для перевозки загруженного контейнера».

Столбец «Производительность» показывает отношение количества выполненных заказов к общему количеству автомобилей.

Столбец «Себестоимость работы» определялся из условия оплаты 1500 рублей за день работы автомобиля и оплаты топлива стоимостью 44 рубля и расходом 35 литров на 100 км.

Столбец «Доход» определялся из расчёта оплаты клиентом 500 рублей за подачу контейнера, а также 35 рублей за каждый километр доставки. Данный тариф несколько ниже, чем средний на рынке грузовых перевозок.

По результатам моделирования конкретного набора заказов при различном количестве транспортных средств можно сделать вывод, что наиболее рациональным количеством автомобилей для данного набора заказов является 3 автомобиля, 2 из которых перевозят сложенные контейнеры, а один перевозит загруженные. Тем не менее в таком случае время ожидания автомобиля достигает 30 минут, что является неудовлетворительным показателем. Уменьшение этих показателей происходит при увеличении количества автомобилей. Например, если автомобилей не 3, а 8, то время ожидания будет находиться в районе 5 минут, что является достаточным значением. Тем не менее, необходимо предусмотреть возможность дальнейшего снижения времени ожидания, так как это один из

ключевых показателей качества перевозочного процесса, и именно на этом этапе происходит большинство отказов пользователя от перевозки. Также необходимо отметить, что система будет иметь высокую конкурентоспособность при большом объёме и интенсивности заказов, так как чем выше показатель «загрузка транспортных средств», тем выше «прибыль» [61].

Организация станций контейнеров. Время, которое клиент ожидает доставки складного контейнера для перевозки груза не всегда может соответствовать ожиданиям, так как система доставки грузов может обслуживать достаточно большую территорию и постоянное поддержание определённого количества автомобилей, перевозящих сложенные складные контейнеры, может быть невозможно, особенно на отдалённых участках.

Несмотря на определённую сложность обслуживания отдалённых участков, очень часто именно на них располагаются пункты формирования грузопотоков.

Тем не менее, существует особенность, связанная с неравномерным распределением пунктов формирования грузопотоков и поглощение грузопотоков. Зачастую грузопотоки формируются на определённом отдалении от центральной части города, например, пунктами формирования грузовых потоков могут являться строительные рынки, гипермаркеты, магазины мебели.

Хотя пункты формирования грузопотоков являются основным местом формирования всех грузопотоков, они находятся на достаточном отдалении от основной городской территории и время подачи складного контейнера в таком случае может быть в несколько раз выше, чем время подачи складного контейнера в рамках городской территории.

Но применение технологии складного контейнера при перевозках грузов в городской среде повышает гибкость системы и даёт возможность интегрировать новые варианты увеличения качества перевозочных процессов.

Необходимо провести предварительное определение территории, которые обладают характеристиками пунктов формирования грузопотоков, находящихся на отдалении от основной городской территории. Информация об этих зонах

может служить исходной для определения зон размещения станций складных контейнеров [70].

Использование станции складных контейнеров даёт значительное преимущество, так как обеспечивает минимальное время подачи складного контейнера заказчику. Помимо этого, на подобных станциях можно производить техническое обслуживание, контроль состояния складных контейнеров. Подобные станции складных контейнеров, размещённые в местах с большой проходимостью, также повышают узнаваемость услуги и спрос.

При отсутствии специальной станции складных контейнеров, заказчику пришлось бы находиться в пункте формирования грузовых потоков с купленным крупногабаритным товаром и осуществлять заказ складных контейнеров, что подразумевало бы наличие большого времени ожидания прибытия автомобиля, перевозящего сложенные складные контейнеры, только после этого заказчик мог бы осуществить погрузку. Но использование технологии станции складных контейнеров значительно уменьшает данное время. Так как контейнер уже расположен на специальной площадке около пункта формирования грузопотоков, то заказчик может в любой момент времени без ожидания осуществить погрузку груза в контейнер и совершить перевозку. Это гарантирует сохранность товара, так как складной контейнер обладает цифровыми логистическими продуктами, направленными на всестороннюю защиту груза, находящегося внутри складного контейнера. А водитель автомобиля-манипулятора в тот же момент получает в мобильное приложение информацию о предстоящей перевозке и может её осуществить [70].

Время перевозки груза без использования станций контейнеров определяется по формуле.

$$t_n = t_{нк} + t_{зк} + t_{тк} + t_{рк}, \quad (2.25)$$

где $t_{нк}$ — время подачи контейнера, мин;

$t_{зк}$ — время загрузки контейнера, мин;

$t_{тк}$ — время транспортировки контейнера, мин;

$t_{рк}$ — время разгрузки контейнера, мин.

Время перевозки груза из грузообразующего пункта с использованием станции контейнеров определяется по формуле:

$$t_n = t_{зк} + t_{тк} + t_{рк} \quad (2.26)$$

Описанная выше модель работы системы с использованием станции складных контейнеров подразумевает, что таким образом будут осуществляться не все перевозки грузов, а только те, которые осуществляются из пунктов формирования груза потоков. При этом необходимо отметить, что чем больше будет доля таких перевозок, тем более заметным станет влияние данной технологии на функционирование системы в целом [71].

Для изучения степени влияния данной технологии на технико-эксплуатационные показатели работы системы, проведём моделирование трёх различных ситуаций:

- 1) Система без использования станций контейнеров;
- 2) Система с использованием станций контейнеров, при которой доля перевозок из грузообразующих пунктов составляет 10%;
- 3) Система с использованием станций контейнеров с долей перевозок из этих пунктов, равной 30%.

Все моделируемые варианты будут дополнительно разделены по количеству автомобилей, выполняющих перевозку, при этом все остальные параметры, при которых происходит моделирование, идентичны.

Результаты моделирования представлены на рисунках 2.26—2.28.

Из результатов моделирования видно, что организация станций контейнеров является наиболее актуальной в ситуациях, когда наблюдается высокая нагрузка на перевозящие грузы автомобили, тогда среднее время ожидания контейнера может сокращаться до 3 раз, при том, что с нулевым ожиданием времени подачи контейнера перевозится 30 процентов всех грузов. Это объясняется также тем, что автомобилю, перевозящему сложенные

контейнеры, обслуживать такой заказ не нужно, а соответственно, он быстрее выполнит другие заказы в очереди.

Количество заказов	Количество автомобилей	Ср. время ожидания автомобиля, перевозящего сложенные контейнеры
20	3	5,3
23	3	6,1
26	3	7,9
30	3	12,8
20	5	5,3
23	5	6,1
26	5	7,2
30	5	10,7
20	8	4,2
23	8	4,1
26	8	4,5
30	8	6,4
20	12	3,7
23	12	3,8
26	12	3,7
30	12	4

Рисунок 2.26 — Результаты моделирования в системе без использования станций контейнеров

Количество заказов	Количество автомобилей	Ср. время ожидания автомобиля, перевозящего сложенные контейнеры
20	3	5,1
23	3	6
26	3	7,7
30	3	10,2
20	5	5
23	5	5,8
26	5	6,9
30	5	9
20	8	3,9
23	8	3,9
26	8	4,1
30	8	5,4
20	12	3,3
23	12	3,2
26	12	3,4
30	12	3,5

Рисунок 2.27 — Результаты моделирования в системе с 10 процентами заказов, исходящих из пунктов формирования грузопотоков

Количество заказов	Количество автомобилей	Ср. время ожидания автомобиля, перевозящего сложенные контейнеры
20	3	3,6
23	3	3,6
26	3	3,8
30	3	4
20	5	3,4
23	5	3,4
26	5	3,7
30	5	3,8
20	8	2,9
23	8	3
26	8	3,1
30	8	3,3
20	12	2,6
23	12	2,6
26	12	2,7
30	12	2,6

Рисунок 2.28 — Результаты моделирования в системе с 30 процентами заказов, исходящих из пунктов формирования грузопотоков

В условиях же недостаточного количества заказов для выпущенных на линию машин влияние станций контейнеров на всю систему не так велико потому, что все заказы и так обслуживаются достаточно быстро, очереди не возникает, имеет место массовый простой автомобилей.

Разработка модифицированной имитационной модели доставки груза.

Разработанная модифицированная имитационная модель доставки груза с помощью технологии складного контейнера является важной частью исследования, тем не менее, необходимо оценить её эффективность относительно стандартной системы доставки груза.

Поэтому разработка модифицированной имитационной модели доставки груза является необходимым шагом для проведения исследования. На основе программного комплекса Anylogic разработана система, имитирующая стандартную доставку груза с помощью автомобильного транспорта.

В процессе осуществления перевозок грузов можно выделить следующие этапы:

1. Определение маршрута перевозки, который учитывает все внешние обстоятельства, в том числе расстояние перевозки, время перевозки, дорожные условия, дорожные ограничения, оформление заказа на перевозку.

2. Подготовка груза к перевозке, в том числе его упаковка и комплектация. Учёт особенностей перевозимого груза, его весогабаритных характеристик.

3. Погрузка груза в автомобиль. В случае с доставкой груза традиционным способом с помощью автомобилей продолжительность данного этапа может быть значительной, а трудоёмкость процесса повышена вследствие необходимости подъёма груза на уровень кузова автомобиля.

4. Перемещение груза по улично-дорожной сети с учётом скоростных ограничений, дорожных условий и заторов.

5. Разгрузка груза по аналогии с этапом погрузки может обладать высокой продолжительностью, повышенной трудоёмкостью и низкой эффективностью.

Время, затрачиваемое на осуществление погрузочно-разгрузочных операций, зачастую составляет значительную часть всего процесса перевозок грузов.

Всё перечисленное выше влияет на общую эффективность системы доставки грузов и может приводить к нарушению графиков доставки. Тем не

менее, исключить погрузочно-разгрузочные операции из общего цикла перевозок невозможно.

Поэтому применение грузовых транспортных средств для доставки грузов в городской среде — это сложная часть процесса организации перевозок грузов, которая требует учёта большого количества неопределённых факторов для обеспечения наибольшей эффективности системы доставки грузов [72].

Описанные ранее преимущества имитационного моделирования и программного комплекса Anylogic позволяют произвести сравнение двух способов доставки и определить наиболее подходящие условия для использования каждого из способов доставки груза.

Созданная модель позволяет осуществлять выбор способа доставки перед запуском моделирования. На рисунке 2.29 представлен алгоритм работы системы в Any logic.

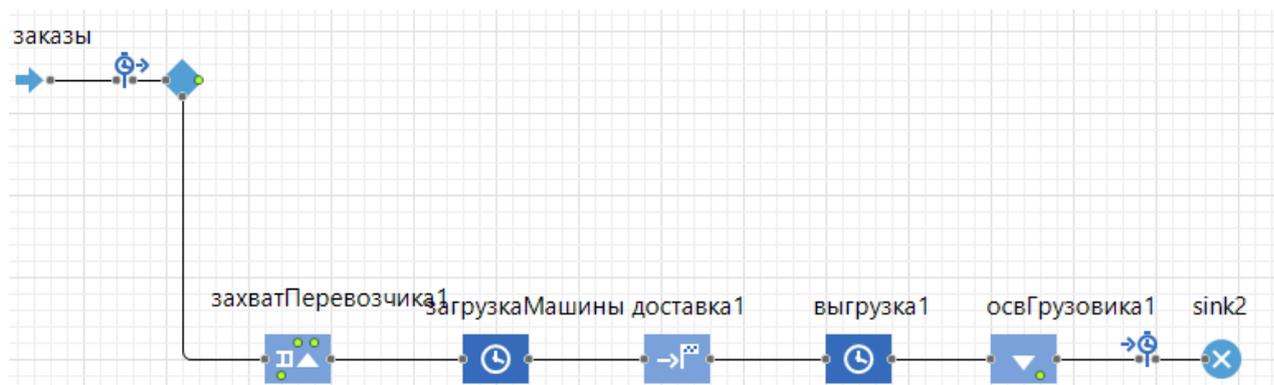


Рисунок 2.29 — Алгоритм работы системы в Anylogic

Блок «заказы» служит для внесения в систему заказов на перевозку груза в требуемый момент. На этом этапе в систему поступает информация о точке отправления и назначения груза, а также о времени осуществления подачи автомобиля. На рисунке 2.30 представлен интерфейс подачи заявок через файл расширением .xlsx.

	A	B	C
1	ОТКУДА	КУДА	ДАТА и ВРЕМЯ
2	Ростов-на-Дону Чехова 52	Ростов-на-Дону Киргизская 38 Б	06/01/20 9:00
3	Ростов-на-Дону Киргизская 38 Б	Ростов-на-Дону Ленина 101/22	06/01/20 9:20
4	Ростов-на-Дону 40-летия Победы 91	Ростов-на-Дону Калужская 78/5	06/01/20 9:40
5	Ростов-на-Дону Профсоюзная 45	Ростов-на-Дону Селиванова 66	06/01/20 10:00
6	Ростов-на-Дону Таганрогская 161/2	Ростов-на-Дону Шолохова 203	06/01/20 10:20
7	Ростов-на-Дону Криворожская 59	Ростов-на-Дону Чехова 52	06/01/20 10:40
8	Ростов-на-Дону Профсоюзная 45	Ростов-на-Дону Ленина 101/22	06/01/20 11:00
9	Ростов-на-Дону Лермонтовская 116/63	Ростов-на-Дону 40-летия Победы 91	06/01/20 12:20
10	Ростов-на-Дону Портовая 97а	Ростов-на-Дону Калужская 78/5	06/01/20 13:40
11	Ростов-на-Дону Таганрогская 161/2	Ростов-на-Дону Думенко 5	06/01/20 15:00
12	Ростов-на-Дону Криворожская 59	Ростов-на-Дону Крепостной 108	06/01/20 16:20

Рисунок 2.30 — Интерфейс подачи заявок через файл расширением .xlsx

После блока «Enter» в алгоритме на рисунке 2.29 идёт блок «TimeMeasureStart». TimeMeasureStart вместе с TimeMeasureEnd составляет пару блоков, позволяющую измерять время, проведённое агентами между двумя точками диаграммы процесса. С их помощью измеряется время нахождения агента в системе или длительность пребывания агента в каком-то подпроцессе.

TimeMeasureStart задаёт начальную точку, он запоминает момент времени, в который агент проходит через этот блок. TimeMeasureEnd вычисляет для каждого поступившего в него агента разность между текущим моментом времени и моментом, запомненным блоком TimeMeasureStart, на который ссылается этот блок.

Блок «захват перевозчика» позволяет выбрать транспортное средство для перевозки груза по требуемому нами параметру. Свойства блока представлены на рисунке 2.31. Среди параметров могут быть: «Ближайший к агенту», «Ближайший к агенту по пути», по рейтингу. В нашем случае модель использует ГИС, поэтому выбор данного варианта будет наиболее предпочтительным и поможет получить данные, приближенные к реальным значениям условий эксплуатации. В данном блоке агент находится до момента прибытия в пункт отправления.

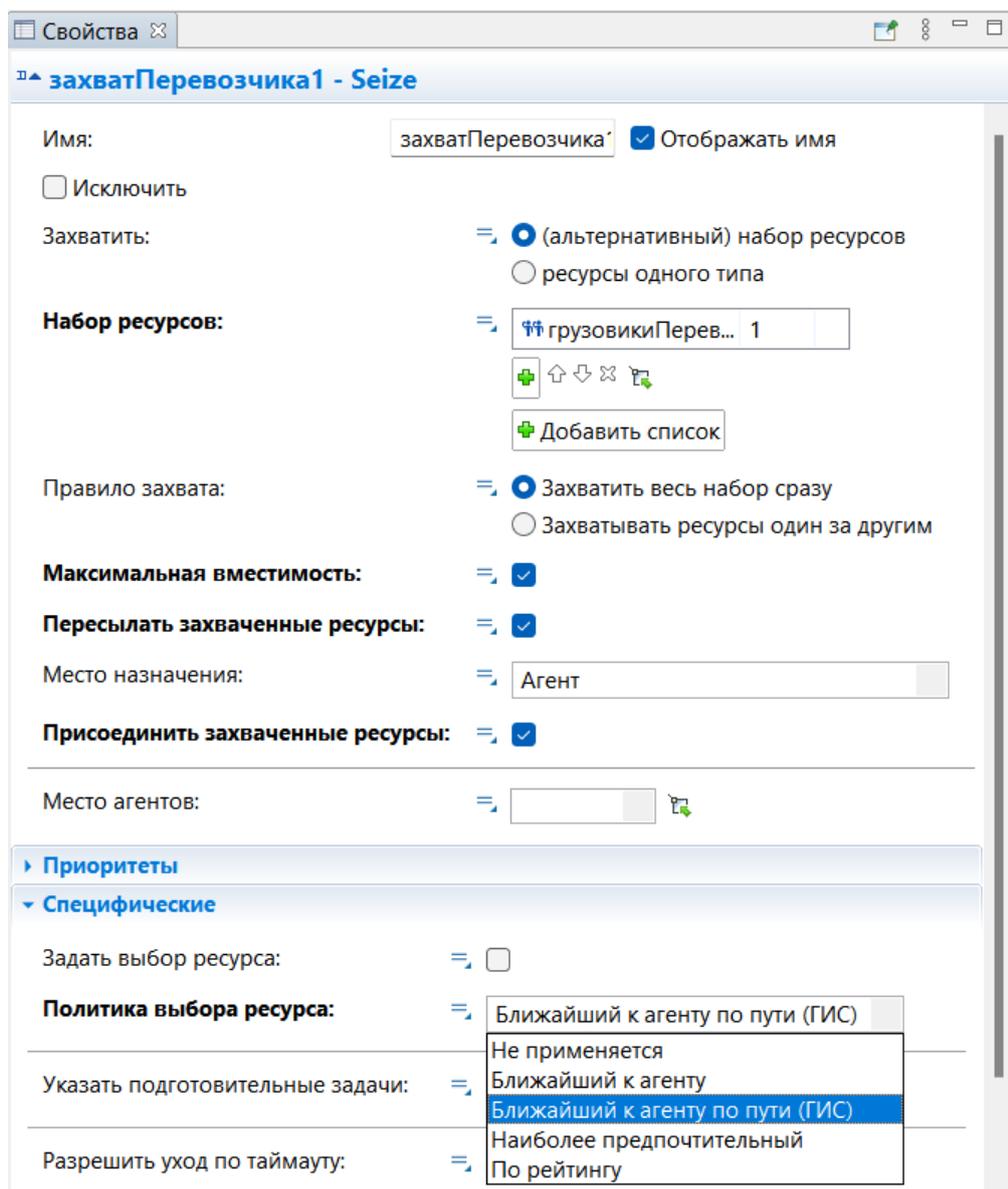


Рисунок 2.31 — Свойства блока «захватПеревозчика»

Блок «загрузкаМашины» позволяет моделировать погрузочно-разгрузочные операции в рамках процесса моделирования. Модель не учитывает конкретную номенклатуру и объём грузов каждого отдельного грузоотправителя, а задаёт лишь время задержки автомобиля в пункте отправления перед началом транспортировки груза в пункт назначения. Данный уровень абстракции является достаточным для таких систем.

Блок «доставка1» моделирует перемещение загруженного автомобиля в пункт назначения по улично-дорожной сети. Скорость перемещения автомобиля можно указать в свойствах блока.

Блок «выгрузка1» по аналогии с блоком «загрузкаМашины» позволяет моделировать погрузочно-разгрузочные операции в рамках процесса моделирования. Модель не учитывает конкретную номенклатуру и объём грузов каждого отдельного грузоотправителя, а задаёт лишь время задержки автомобиля в пункте назначения.

Блок «освГрузовика1» делает транспортное средство доступным для выполнения следующих заказов. В свойствах данного блока на рисунке 2.32 можно выбрать — необходимо ли транспортному средству возвращаться в исходное положение или нет. В нашем случае в возврате в исходную точку необходимости нет.

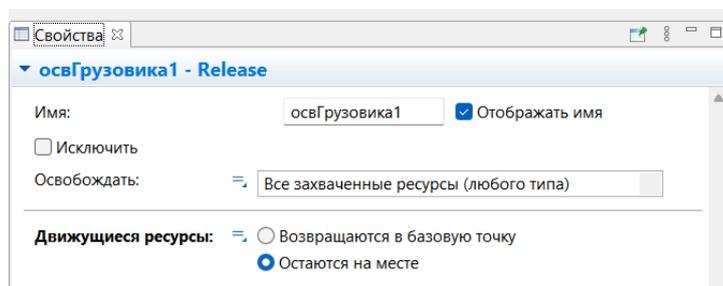


Рисунок 2.32 — Свойства блока «освГрузовика1»

Во время запуска симуляции процесса доставки груза, необходимо выбрать «вариант с обычной доставкой», представленный на рисунке 2.33, чтобы запустить симуляцию при выбранных параметрах.

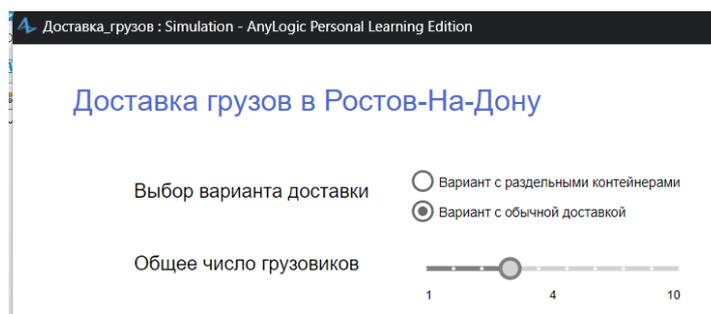


Рисунок 2.33 — Симуляция процесса доставки груза

Процесс симуляции перевозки грузов обычным способом имеет такой же интерфейс, как и перевозка с помощью системы доставки грузов с помощью складных контейнеров.

2.4 Определение технико-эксплуатационных параметров работы системы доставки грузов с использованием складных контейнеров в городской среде с использованием модифицированной имитационной модели

Наиболее эффективный вариант проведения сравнения описанных выше систем доставки грузов — компьютерные имитационное моделирование. Для его осуществления необходимо интегрировать в обе модели один набор заказов на перевозку груза, осуществить несколько запусков модели с различными параметрами и сравнить полученные технико-эксплуатационные характеристики.

Проведённое моделирование позволит определить сильные и слабые стороны каждой из систем перевозки груза, сферу оптимального использования каждой из технологий.

С помощью компьютерного моделирования можно учесть различные транспортные факторы в том числе максимальное расстояние перевозки, тип груза, качество улично-дорожной сети и другие параметры [73].

Сравнение двух способов доставки грузов в городской среде целесообразно производить по следующему алгоритму:

1. Определение наиболее важных параметров, по которым в дальнейшем будет осуществлено сравнение. Это могут быть время доставки груза, надёжность доставки груза, общие транспортные расходы и другие.

2. Подготовка модифицированной имитационной модели для проведения эксперимента с учётом наиболее важных параметров функционирования системы.

3. Подготовка и анализ входных данных, необходимых для функционирования системы доставки грузов, а также некоторых параметров модели: времени погрузочно-разгрузочных операций, скоростных режимов на участках улично-дорожной сети, количество транспортных средств, время работы водителей и т.д.

4. Проведение эксперимента с помощью модифицированной имитационной модели с различными значениями параметров модели.

5. В ходе анализа результатов компьютерного моделирования проводится сравнение технико-эксплуатационных показателей двух сравниваемых методов доставки с учётом первоначально определённых наиболее важных параметров [74].

В рамках работы целевым показателем будет время ожидания прибытия автомобиля в пункт отправления так как этот параметр является основным критерием отказа от осуществления перевозки.

На рисунке 2.34 представлен интерфейс прогона двух моделей доставки груза на одном наборе заказов на перевозку с общим одинаковым количеством автомобилей. За один рабочий день из 35 поступивших заказов на перевозку, обычная система доставки груза сумела доставить 30 из них, в то время как система доставки грузов с использованием складных контейнеров перевезла 34 заказа, данный факт может объясняться тем, что последний заказ пришел в систему слишком поздно и рабочее время системы подходило к концу. Среднее время выполнения перевозок грузов также у системы доставки грузов с использованием складных контейнеров ниже на 30 минут (13%) по заданному набору заказов. Уровень загруженности грузовых автомобилей у системы доставки грузов с использованием складных контейнеров оказался в 2,5 раза меньше, чем у обычных автомобилей, что говорит о меньшей напряженности работы, дает запас для масштабирования и объясняется модульным характером перевозки [75].

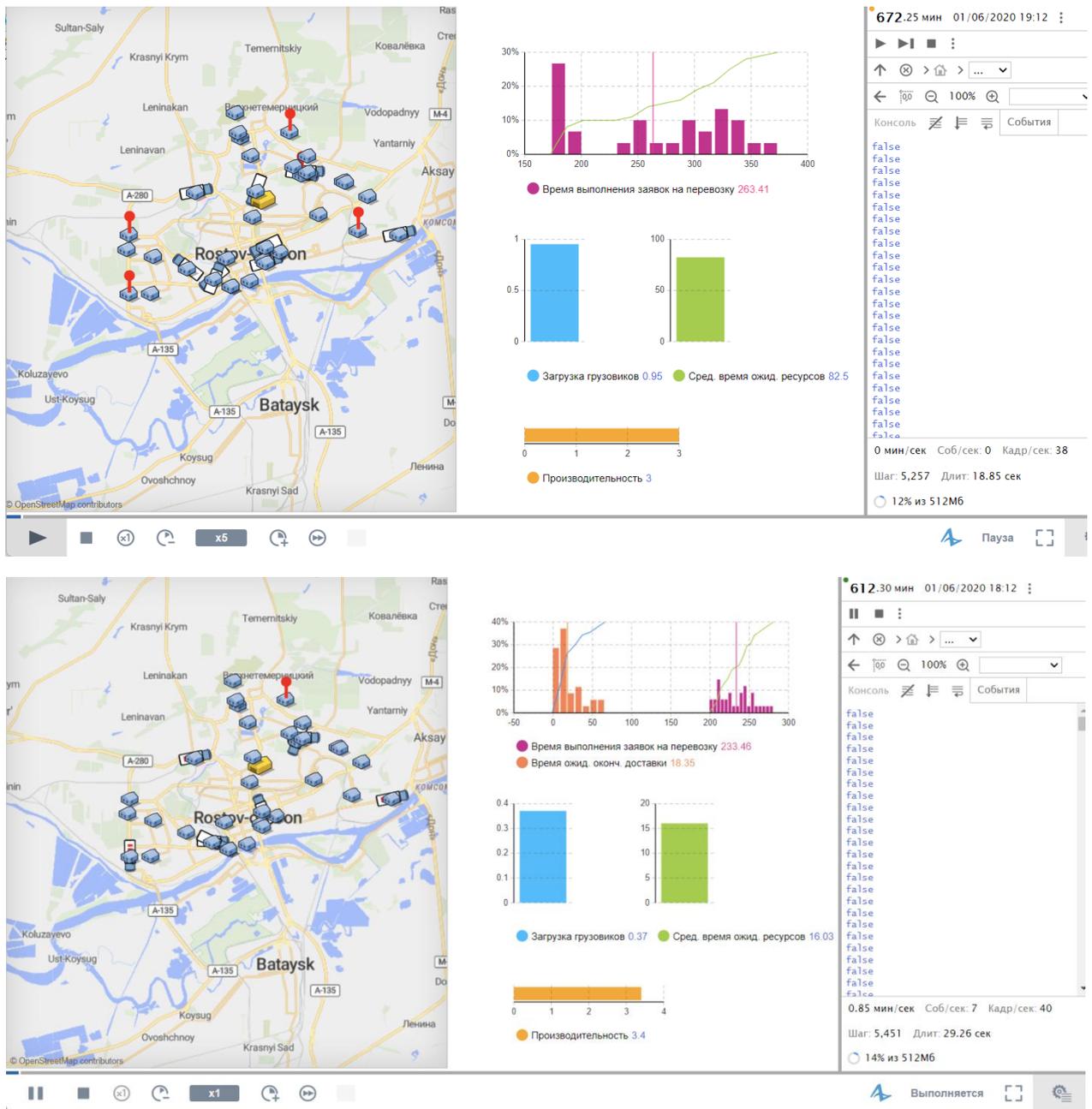


Рисунок 2.34 — Интерфейс сравнения методов доставки грузов.

Информация о других итерациях сведена в таблицы 2.1, 2.2. В таблице 2.1 технико-эксплуатационные параметры работы системы доставки грузов стандартным способом. В таблице 2.2 технико-эксплуатационные параметры работы системы доставки грузов складными контейнерами.

Таблица 2.1

Технико-эксплуатационные параметры работы системы доставки грузов
стандартным способом

Кол-во ТС	Ср время выполнения заявки	Кэф исп. во времени	Количество заявок на перевозку, выполненных 1 ТС
6	322	0,99	3
7	309	0,99	3
8	291	0,98	3
9	276	0,97	3
10	263	0,96	3
11	253	0,92	3
12	233	0,88	2,92
13	220	0,81	2,69
14	207	0,75	2,5
15	196	0,7	2,33
16	187	0,66	2,19
17	183	0,62	2,06
18	181	0,59	1,94
19	180	0,56	1,84
20	180	0,53	1,75

Таблица 2.2

Технико-эксплуатационные параметры работы системы доставки грузов
складными контейнерами.

Кол-во ТС	Ср время выполнения заявки	Кэф исп. во времени	Количество заявок на перевозку, выполненных 1 ТС
6	271	0,63	5,67
7	275	0,52	4,71
8	263	0,45	4,25
9	240	0,4	3,78
10	227	0,37	3
11	226	0,3	3,09
12	226	0,29	2,83
13	226	0,27	2,62

Для анализа полученных данных построим графики зависимости технико-эксплуатационных характеристик системы от количества транспортных средств, рисунки 2.35 — 2.40.

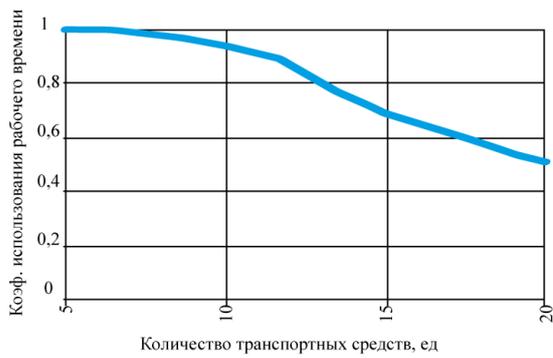


Рисунок 2.35 — Зависимость коэффициента использования ТС по времени от количества ТС для стандартной системы доставки грузов

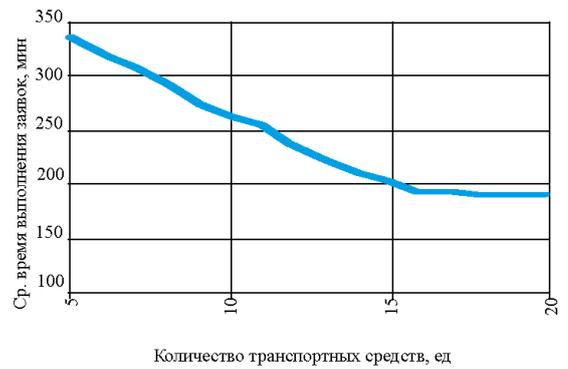


Рисунок 2.36 — Зависимость среднего времени выполнения заявок от количества ТС для стандартной системы доставки грузов

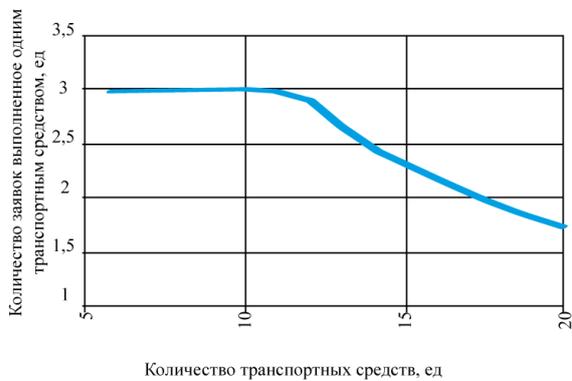


Рисунок 2.37 — Зависимость количества заявок на перевозку, выполненных 1 ТС, от количества ТС для стандартной системы доставки грузов



Рисунок 2.38 — Зависимость коэффициента использования ТС по времени от количества ТС для системы доставки грузов с помощью складных контейнеров



Рисунок 2.39 — Зависимость среднего времени выполнения заявок от количества ТС для системы доставки грузов с помощью складных контейнеров



Рисунок 2.40 — Зависимость количества заявок на перевозку, выполненных 1 ТС, от количества ТС для системы доставки грузов с помощью складных контейнеров

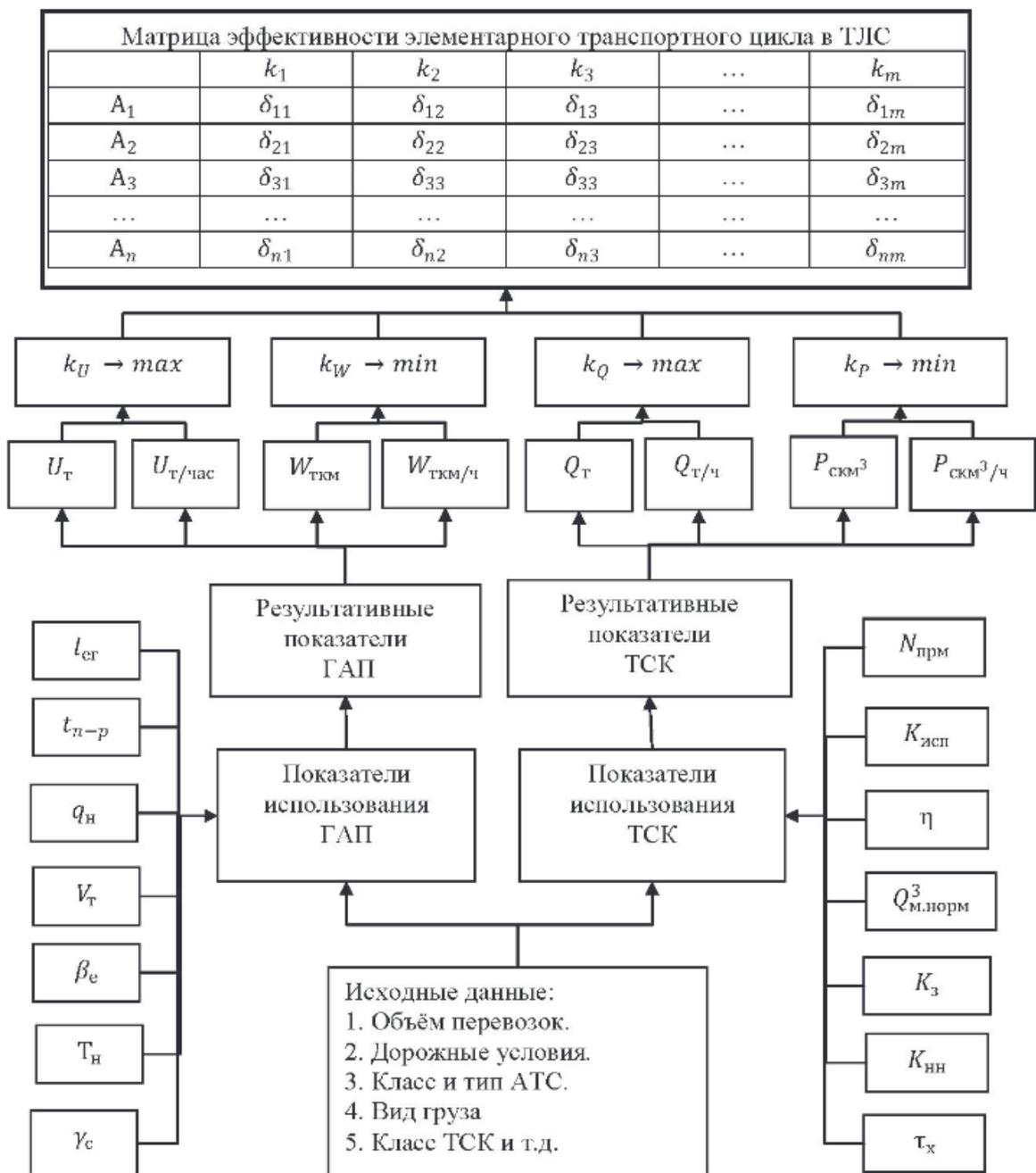


Рисунок 2.41 — Структура критериев управления в транспортно-логистической системе.

Не существует единого универсального критерия для оценки эффективности, так как его выбор зависит от условий, в которых функционирует система, и от конкретной задачи. Эффективность любого процесса, включая транспортный, определяется комплексом показателей, представленных на рисунке 2.41.

Локальные или частные критерии грузовых автомобильных перевозок (ГАП) и транспортно-складских комплексов (ТСК) используются для сравнения

различных вариантов перевозок, основанных на одном конкретном показателе. К примеру, к локальным критериям эффективности часто относятся показатели, которые характеризуют работу транспортных средств.

Комплексные или обобщённые критерии применяются, когда выполняемые работы могут одновременно изменить несколько характеристик транспортного процесса, и для оценки их эффективности необходима общая оценка. В данном случае объединяются такие показатели, как количество заявок на перевозку (по часам, сменам или годам), стоимость перевозок, общая и почасовая прибыль, доход, рентабельность перевозок и т.д. [76].

Для ТСК к показателям, с помощью которых определяется эффективность процессов относят: количество погрузочно-разгрузочных машин $N_{\text{прм}}$, коэффициент использования складской площади $K_{\text{исп}}$, нагрузка на 1 м^2 площади склада η , нормативная вместимость склада $Q_{\text{м.норм}}^3$, коэффициент оборачиваемости запасов K_3 , средний срок хранения товаров на складе τ_x .

Для ГАП выделяют следующие показатели, с помощью которых определяется эффективность процессов: длина ездки с грузом $l_{\text{ег}}$, время погрузочно-разгрузочных работ $t_{\text{п-р}}$, нормативная грузоподъемность ТС q_n , техническая скорость ТС V_T , коэффициент использования пробега β , коэффициент использования грузоподъёмности γ .

2.5 Выводы по главе

1. Использование складных контейнеров на автомобильном транспорте может создавать дополнительную стоимость $NPV = +0,264$ млн руб, $PI = 1,057$. При этом необходимо отметить, что предложенные действия чувствительны к тарифу на перевозку P , дополнительным рейсам ΔQ , объему капитала. В рамках работы системы важно удерживать загрузку на уровне $q_F \geq 3$ [77].

2. В зависимости от количества транспортных средств и уровня загрузки системы, технико-эксплуатационные характеристики отличаются. При высокой и средней нагрузке на систему доставки грузов, среднее время выполнения заявок

системы доставки грузов с помощью складных контейнеров ниже, чем у доставки грузов обычным способом, тем не менее при определённом значении количества транспортных средств (11 ТС в рассмотренном примере), среднее время выполнения заявок перестаёт уменьшаться при увеличении количества ТС. Коэффициент использования транспортных средств во времени для системы доставки грузов с помощью складных контейнеров ниже, чем для обычной доставки грузов, что снижает напряжённость работы водителей, а также даёт запас для масштабирования [75].

3. При высокой и средней нагрузке на систему доставки грузов, среднее время выполнения заявок системы доставки грузов с помощью складных контейнеров оказывается ниже, чем у обычной доставки грузов.

4. При высокой нагрузке количество заявок на перевозку, выполненных 1 ТС системы доставки грузов с помощью складных контейнеров, оказывается выше, чем у системы обычной доставки грузов. Это свидетельствует о том, что системы доставки грузов с помощью складных контейнеров способна обработать большее количество заявок в единицу времени, что повышает её эффективность. Такая особенность системы доставки грузов с помощью складных контейнеров может быть особенно полезной в условиях высокой нагрузки и ситуаций, когда требуется выполнение множества параллельных доставок.

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКЛАДНОГО КОНТЕЙНЕРА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ИМИТАТОРОВ

3.1 Основные параметры и допущения проведения эксперимента

Результаты моделирования в рамках имитационной среды Anylogic в значительной части исследований являются достаточными и используются для верификации расчётов [78]. Тем не менее данные, полученные в ходе использования модифицированной имитационной модели, требуют валидации с помощью других способов проведения эксперимента. По причине высоких затрат на приобретение и эксплуатацию большого количества складных контейнеров возникла необходимость в использовании альтернативных подходов к проведению натуральных экспериментов в условиях городской среды [79].

Целью проведения экспериментов является определение уровня достоверности данных, полученных с помощью модифицированной имитационной модели.

Для достижения поставленной цели создано приложение-имитатор складного контейнера, которое устанавливается в мобильные цифровые устройства и осуществляет одну из заданных функций.

Было выделено три основные функции, осуществление которых должно было производиться через имитатор:

1. Имитатор водителя, с помощью которого осуществляется перемещение складных контейнеров;
2. Имитатор клиента, с помощью которого осуществляется внесение сведений о заказах в систему;
3. Имитатор складного контейнера, который воспроизводит основные функциональные характеристики и параметры реального складного контейнера, в том числе процесс его трансформации, особенности погрузочно-разгрузочных

операций, а также взаимодействие с инфраструктурой грузоперевозок и другими транспортными средствами.

Таким образом, использование имитатора, установленного на мобильном цифровом устройстве, позволяет осуществлять моделирование процессов, возникающих в ходе перевозки грузов с использованием складного контейнера. Имитатор учитывает местоположение и позволяет осуществлять эксперимент в реальных условиях [80, 81, 82].

Необходимым условием для достижения высокой степени достоверности результатов является интеграция в её структуру детализированной информации, полученной в результате производственных испытаний.

В процессе производственных испытаний собраны данные о различных параметрах, включая время подготовительных операций, фактические временные затраты на складывание и раскладывание, а также временными интервалами, связанными с переходами между этапами процесса. Кроме того, важным аспектом является учёт влияния внешних факторов, таких как условия эксплуатации, типы используемого оборудования и квалификация операторов.

$$T_{c/p} = T_{по} + T_{п} + T_{т} + T_{до}, \quad (3.1)$$

где $T_{c/p}$ — время, затрачиваемое на складывание/ раскладывание контейнера, мин;

$T_{по}$ — время, затрачиваемое на осуществление подготовительных операций, мин;

$T_{п}$ — время, затрачиваемое на перемещение контейнера, мин;

$T_{т}$ — время, затрачиваемое на трансформацию контейнера, мин,

$T_{до}$ — время дополнительных операций, мин.

Методика экспериментального определения параметров работы системы доставки грузов с использованием складных контейнеров в городской среде с использованием цифровых мобильных имитаторов, представленная на рисунке 3.1, включает в себя следующие этапы:



Рисунок 3.1 — Экспериментальное определение параметров работы системы доставки грузов

1. Разработка модели имитатора. На основе характеристик складного контейнера и предполагаемого алгоритма функционирования системы доставки грузов разрабатывается цифровой мобильный имитатор, учитывающий основные параметры функционирования системы, а также параметры функционирования складного контейнера.

2. Создание сценариев работы системы доставки. Определяется последовательность действий и субъекты, которые эти действия выполняют. Например, алгоритм доставки груза начинается с создания в системе заказа на перевозку, который оформляет клиент, лишь потом он попадает водителю и затем осуществляется работа с складным контейнером с помощью цифрового мобильного устройства с установленным на нём имитатором складного контейнера.

3. Проведение эксперимента. С помощью созданных имитаторов на цифровых мобильных устройствах осуществляется моделирование работы в реальных условиях с учётом систем геопозиционирования.

4. Сбор и анализ данных. Полученные в ходе моделирование данные о времени осуществления заказа на перевозку, времени осуществления основных этапов, сопутствующих перевозке груза, собираются и служат основой для определения достоверности разработанной ранее модифицированной имитационной модели.

5. Валидация результатов. Определение достоверности модифицированной имитационной модели. Производится сравнение полученных параметров работы системы в реальной среде с параметрами, полученными в ходе работы системы в виртуальной среде.

Для полноценного отражения процессов, связанных с доставкой грузов с использованием складных контейнеров в городской среде, мобильный цифровой имитатор состоит из трёх компонентов, каждый из которых выполняет уникальные функции. Это — имитатор водителя, имитатор клиента и имитатор складного контейнера. Каждый из этих элементов обеспечивает воспроизведение определённых аспектов реальной системы доставки, позволяя моделировать её работу [83, 84, 85].

К функциям, которые выполняет имитатор водителя относятся:

- Получение заказа на перевозку груза с учётом количества складных контейнеров, которые находятся на автомобиле.

- Учёт местоположения. Учёт местоположения водителя, которое используются для определения ближайшего транспортного средства, способного осуществить перевозку.

- Управление статусами заказа на перевозку грузов.

К функциям, которые выполняет имитатор клиента относятся:

- Создание заказа. Создание заказа на перевозку груза с использованием складного контейнера с указанием необходимых параметров груза.

- Управление статусами заказа. Имитатор клиента позволяет отслеживать статусы своих заказов.

С помощью имитатора складного контейнера проводится моделирование процесса складывания и раскладывания контейнера. Также он содержит инструкцию по работе с складным контейнером. Его основные функции:

- Моделирование процессов складывания и раскладывания. Имитатор воспроизводит процедуры изменения конфигурации контейнера, что позволяет имитировать динамическое управление грузом в зависимости от требований клиента.

- Инструкции по работе с контейнером. Имитатор включает в себя базу данных с рекомендациями и инструкциями по правильной эксплуатации складного контейнера [86].

3.2 Разработка мобильного приложения для испытаний системы доставки грузов с использованием складных контейнеров

Одним из основных параметров, которым обладает разработанный имитатор складного контейнера является его универсальность и совместимость с различными мобильными цифровыми устройствами. Он может быть установлен на большинство современных мобильных цифровых устройств на базе Android. Системные требования для запуска имитатора представлены на рисунке 3.2. Приложение требует постоянного наличия связи с сетью интернет, так как всё взаимодействие между участниками происходит на онлайн-ресурсах с помощью облачных технологий [87, 88, 89, 90].



Рисунок 3.2 — Системные требования для запуска имитатора

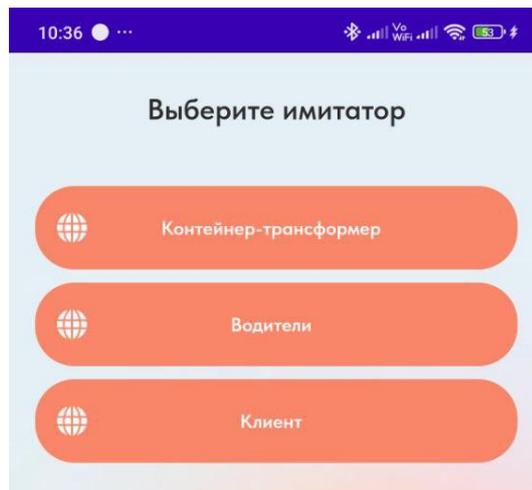


Рисунок 3.3 — Главный экран приложения-имитатора

На рисунке 3.3 представлен главный экран приложения имитатора. Он содержит окно выбора необходимого имитатора. Каждый из этих имитаторов имеет свои уникальные особенности и предназначен для решения определённых задач.

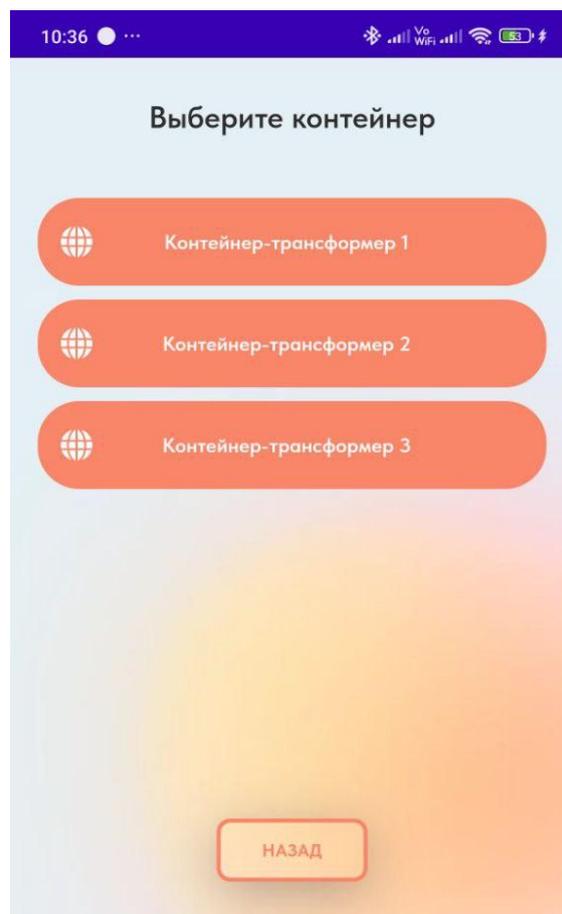


Рисунок 3.4 — Основной экран выбора имитатора складного контейнера

На рисунке 3.4 представлен основной экран выбора имитатора складного контейнера. Этот экран предназначен для того, чтобы предоставить пользователю интерфейс выбора конкретного складного контейнера из предложенного списка.

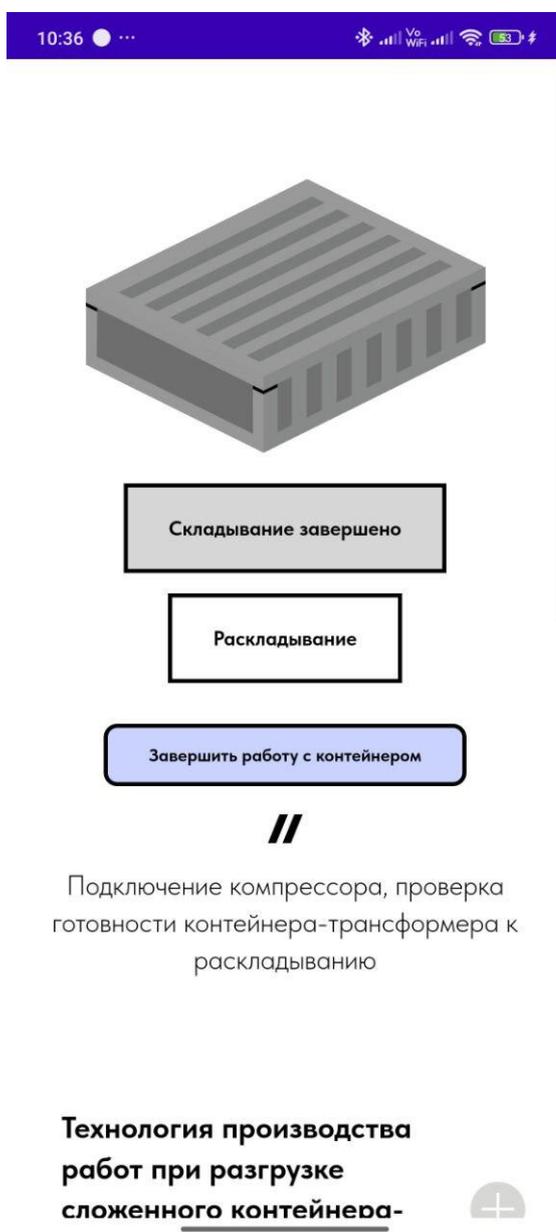


Рисунок 3.5 — Интерфейс имитатора складного контейнера

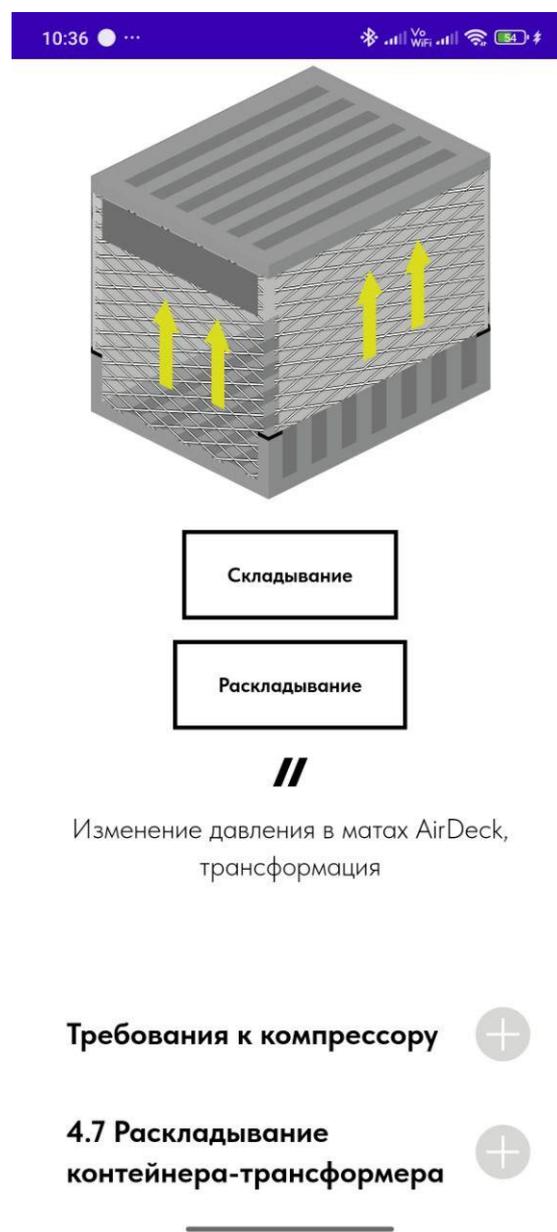


Рисунок 3.6 — Интерфейс имитатора складного контейнера



Рисунок 3.7 — Интерфейс имитатора складного контейнера

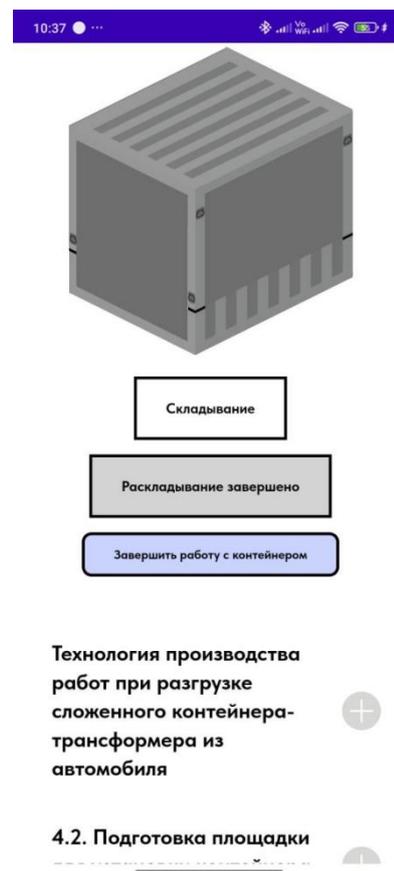


Рисунок 3.8 — Интерфейс имитатора складного контейнера

На рисунках 3.5—3.8 представлен интерфейс имитатора складного контейнера. Этот интерфейс обеспечивает пользователю возможность взаимодействия с виртуальной моделью складного контейнера. Пользовательский интерфейс позволяет наблюдать за текущим состоянием контейнера, отображая его в режиме реального времени. Кроме визуализации, интерфейс предоставляет возможность управления контейнером, его складывания и раскладывания. В нижней части экрана расположены разделы, содержащие требования к выполнению различных технологических операций и подробные инструкции по их осуществлению.

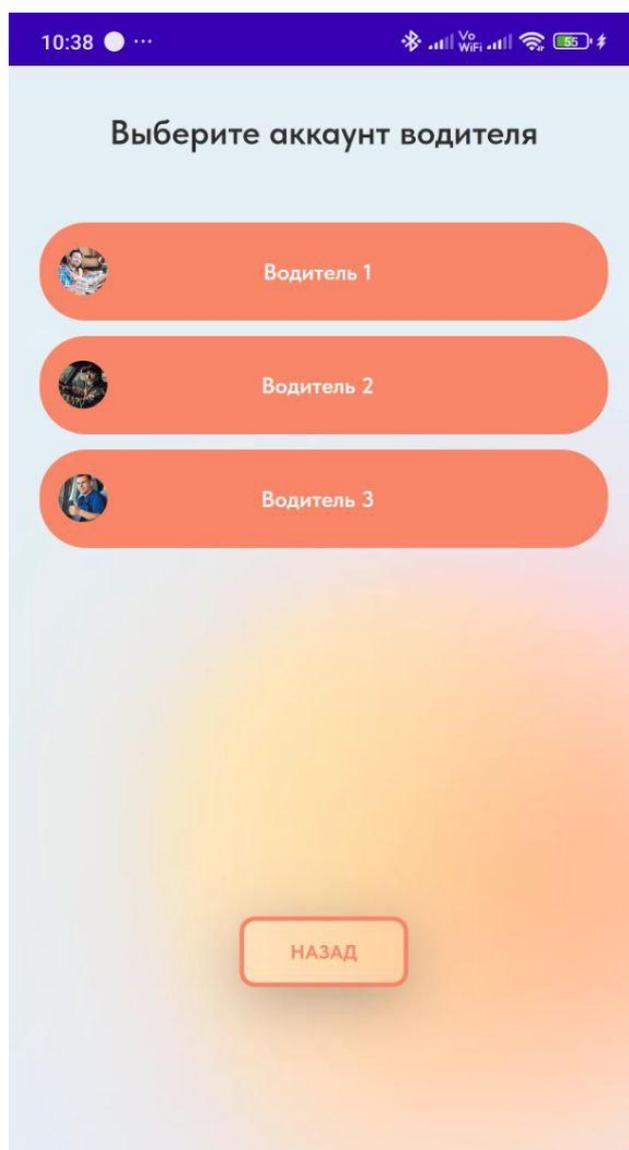


Рисунок 3.9 — Интерфейс выбора аккаунта водителя

Рисунок 3.9 демонстрирует интерфейс выбора учётной записи (аккаунта) водителя. Интерфейс содержит список доступных аккаунтов, отображая идентификатор водителя, связанный с учётной записью. Пользователь может выбрать нужный аккаунт, используя нажатие на имя водителя. После выбора аккаунта, система перенаправляет пользователя в рабочую среду, соответствующую выбранному профилю водителя. Дает доступ к персональным данным водителя, расписанию поездок, информации о маршрутах.

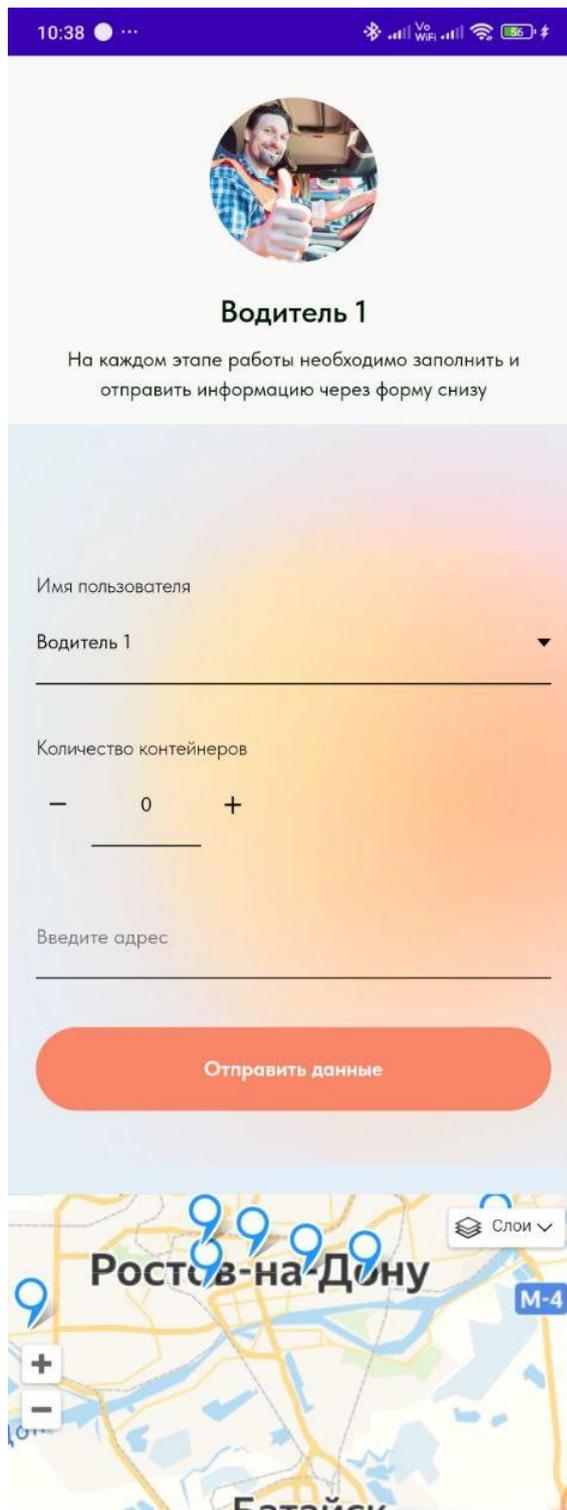


Рисунок 3.10 — Интерфейс аккаунта водителя

Рисунок 3.10 демонстрирует основной функционал аккаунта водителя. На рисунке отображается личная информация водителя, включая фотографию и имя. Ключевым элементом интерфейса является модуль для отправки данных о текущем местоположении водителя и количестве перевозимых складных

контейнеров, что позволяет отслеживать местонахождение водителя и контролировать рабочий процесс. На рисунке также представлена карта обслуживаемого района, на которой нанесены точки, моделирующие местоположение клиентов, которым необходимо доставить или забрать складные контейнеры [91].

Имитатор контейнера-трансформера состоит из блоков, осуществляющих типовые функции.

Ввод информации о заказе представляет собой сведения о грузоотправителе, грузополучателе и времени совершения перевозки. Данная информация передается в имитатор при запуске приложения.

Один из оптимизируемых показателей — расстояние поиска свободного автомобиля. Так как система доставки грузов — это динамически изменяющаяся модель, то ее состояние может значительно меняться в течение времени. Так в случае, если ближайший свободный автомобиль находится за радиусом поиска, указанного в модели, то он не будет назначен перевозчиком контейнера-трансформера. Перевозчиком контейнера-трансформера будет назначен первый освободившийся автомобиль в обозначенном радиусе. Радиус поиска может настраиваться пользователем самостоятельно.

Данная функция может увеличить время ожидания заказа, тем не менее, общая производительность системы будет выше за счет снижения уровня холостых пробегов.

Таким образом происходит увеличение коэффициента полезного использования общего пробега:

$$\beta = L_{\Gamma} / L_{\text{сс}}, \quad (3.1)$$

где L_{Γ} — производительный пробег, км;

$L_{\text{сс}}$ — среднесуточный пробег в км, равный общему расстоянию, пройденному за день работы.

$$L_{\text{сс}} = L_{\Gamma} + L_x + L_0, \quad (3.2)$$

где L_x – суточный холостой пробег в км,
 L_0 – суточный нулевой пробег в км.

Фрагмент кода программы, демонстрирующий описанный выше алгоритм, представлен на рисунке 3.11.

```
426 public double _расстояниеЗаказа_DefaultValue_xjal() {
427     final Main self = this;
428     return
429     10000
430 ;
431 }
432
433 public void set_расстояниеЗаказа( double value ) {
434     if (value == this.расстояниеЗаказа) {
435         return;
436     }
437     double _oldValue_xjal = this.расстояниеЗаказа;
438     this.расстояниеЗаказа = value;
439     onChange_расстояниеЗаказа_xjal( _oldValue_xjal );
440     onChange();
441 }
442
```

Рисунок 3.11 — Фрагмент кода программы

Блок алгоритма «Количество сложенных контейнеров на автомобиле». Процесс перевозки грузов в городской среде состоит из нескольких частей, для которых необходимы транспортные средства с отличающимися параметрами. Так для осуществления первого этапа «Доставка сложенного контейнера» необходим автомобиль, который имеет как минимум 1 сложенный контейнер.

В имитаторе количество сложенных контейнеров на транспортном средстве определяется автоматически в каждый момент времени. В ходе работы системы доставки груза один и тот же автомобиль может менять своё состояние и логику работы в зависимости от количества перевозимых контейнеров.

В блоке «Количество сложенных контейнеров на автомобиле» происходит выбор ближайшего по улично-дорожной сети свободного автомобиля со сложенным контейнером.

Фрагмент кода программы, демонстрирующий описанный выше алгоритм, представлен на рисунке 3.12.

```

3194 | boolean _value;
3195 |     _value =
3196 | ((Грузовик)unit).колвоПустых > 0
3197 |     && ((Грузовик)unit).distanceTo(agent.заказчик) <= расстояниеЗаказа && (!((Грузовик)unit).спецМиссия
3198 | ;
3199 |     return _value;
3200 | }

```

Рисунок 3.12 — Фрагмент кода программы

Блок алгоритма «Разгрузка сложенного контейнера» моделирует задержку автомобиля в точке доставки груза, связанную с технологией производства работ при разгрузке сложенного контейнера-трансформера из автомобиля. Пользователь имитационной модели имеет возможность корректировать время разгрузочных операций и самостоятельно выбирать необходимые значения, определенные опытным путем. В реальных условиях во время данной операции происходят описанные далее работы. Описанная далее методика была апробирована на предприятии, акт представлен в Приложении 1.

Для выполнения операций необходим автомобиль, перевозящий как минимум 1 сложенный контейнер-трансформер.

Общий порядок выполнения операций:

1. Подготовка к производству работ;
2. Строповка, подъем и подача сложенного контейнера-трансформера (КТ) на площадку;
3. Расстроповка сложенного контейнера-трансформера;
4. Раскладывание сложенного контейнера-трансформера

Схема разгрузки сложенного контейнера представлена на рисунке 3.13.

Подготовка к выполнению работ. Специалист, отвечающий за безопасное ведение работ, назначает старшего стропальщика (Стропальщик С1). Стропальщики С1 и С2 обязаны проверить исправность съемных грузозахватных устройств и оттяжек, навесить стропы на крюк крана-манипулятора, а также подобрать подкладки и прокладки. Перед началом работы с краном-манипулятором (КМУ) оператор должен провести внешний осмотр оборудования, чтобы определить его готовность к эксплуатации. Также необходимо проверить:

- техническое состояние грузового крюка и крюковой обоймы;

- техническое состояние грузового каната;
- исправность действия приборов безопасности;
- безотказность в работе всех узлов и механизмов КМУ на холостом ходу (без груза);
- осматривает участок, на котором будут выполняться погрузо-разгрузочные работы.

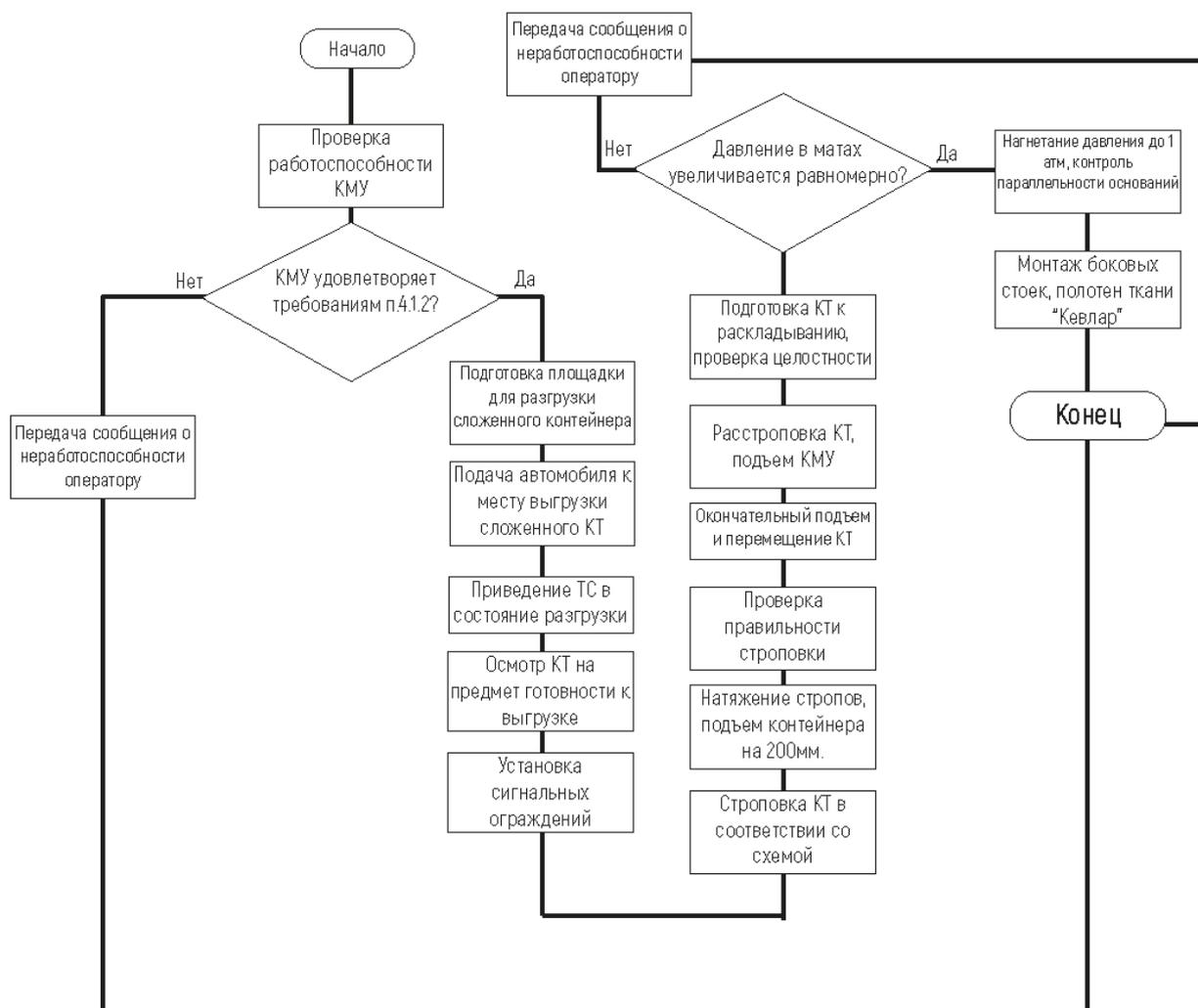


Рисунок 3.13 — Алгоритм разгрузки сложного контейнера-трансформера

Подготовка площадки для установки контейнера-трансформера. Стропальщики С1 и С2 должны проверить площадку для расположения сложного контейнера-трансформера, убедившись в отсутствии посторонних предметов, ровной поверхности, чистоте, а также в соответствии расстояний между площадкой и стеной и размеров проходов. Если это необходимо,

стропальщики С1 и С2 подбирают и устанавливают подкладки для размещения контейнеров-трансформеров. Стропальщик С1 проверяет наличие свободных проходов к месту для установки.

Подготовка автомобиля к выгрузке контейнера-трансформера. Автомобиль должен быть подан в зону выполнения работ по указанию стропальщика С1. Подача автомобиля выполняется водителем по команде ответственного за проведение работ. Водитель должен зафиксировать автомобиль стояночным тормозом, установить рычаг коробки передач на первую передачу и, при необходимости, установить под колеса тормозные башмаки. Стропальщики С1 и С2 открывают борта автомобиля, если они предусмотрены, оставаясь при этом сбоку от открытого борта. Стропальщик С2 поднимается в кузов автомобиля, чтобы осмотреть сложенный контейнер-трансформер и проверить надежность его крепления. При проверке следует обратить внимание на следующее:

а) сложенный контейнер-трансформер не должен быть защемлен, наклонен или примерзшим;

б) на нем не должны находиться незакрепленные предметы, которые могут упасть во время перемещения;

в) крепление сложенных контейнеров-трансформеров должно быть правильным (перемещение одного груза не должно приводить к движению другого);

г) вес и размер контейнера (по маркировке и надписям) должен соответствовать указанному в технологической карте.

В случае обнаружения нарушений необходимо уведомить специалиста, ответственного за безопасность работ, и следовать его указаниям. Стропальщик С1 удостоверяется, что в опасной зоне отсутствуют люди, включая водителя автомобиля, и устанавливает сигнальные ограждения.

Строповка контейнера-трансформера. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ подать грузовой крюк по центру контейнера-трансформера. Стропальщик С2 поднимается по лестнице в кузов автомобиля и производит строповку сложенного контейнера-трансформера в соответствии со схемой

строповки, закрепляет оттяжки. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ произвести натяжение стропов. Стропальщик С2 в это время находится на безопасном расстоянии от застропленного сложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С2 проверяет натяжение стропов. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ на подъем сложенного контейнера-трансформера на 200-300 мм над днищем кузова. Стропальщик С2 проверяет правильность строповки. Стропальщик С2 отходит на безопасное расстояние от сложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ на окончательный подъем сложенного контейнера-трансформера.

Перемещение контейнера-трансформера. При перемещении сложенного контейнера-трансформера стропальщики С1 и С2, находясь на безопасном расстоянии, удерживают его оттяжками от раскачивания и вращения. При перемещении сложенный контейнер-трансформер должен находиться на высоте не менее 0,5 м выше всех встречающихся на пути предметов. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ опустить сложенный контейнер-трансформер на 200-300мм над местом установки, а затем на окончательное опускание сложенного контейнера-трансформера. Стропальщики С1 и С2 проверяют устойчивость сложенного контейнера-трансформера, производят его расстроповку и отходят на безопасное расстояние от сложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С1 дает команду крановщику на подъем крюка КМУ.

По окончании работы съемные грузозахватные приспособления, оттяжки и прочий инвентарь укладываются в места хранения.

Раскладывание контейнера-трансформера. Стропальщик С2 удаляет защитные крепления, предотвращающие произвольное раскладывание сложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С1 подключает малогабаритный электрический компрессор к нипелям боковых стенок сложенного контейнера-трансформера и проверяет их целостность путем нагнетания небольшого объема воздуха. Стропальщик С2 располагает боковые стойки контейнера-трансформера рядом с местами их крепления и убеждается в безопасности проведения процесса раскладывания. Стропальщик С1 производит

постепенное нагнетание давления в матах, изготовленных из эластичной газодержащей двустенной ткани по технологии эйрдек. Стропальщик С2 контролирует параллельность крыши полу и в случае необходимости корректирует объем подаваемого в маты воздуха так, чтобы раскладывание контейнера-трансформера происходило равномерно. При достижении в матах, изготовленных из эластичной газодержащей двустенной ткани по технологии эйрдек давления равного 1 атмосфере, стропальщик С1 дает команду начать установку боковых стоек контейнера-трансформера. Стропальщик С2 поочередно устанавливает боковые стойки контейнера-трансформера в пазы, находящиеся в основании контейнера-трансформера. Стропальщики С1 и С2 фиксируют боковые стойки с помощью креплений. Стропальщики С1 и С2 производят установку полотна ткани ударно-поглощающего волокна типа «кевлар».

После того, как контейнер-трансформер готов к загрузке, автомобиль становится свободен для выполнения следующих заказов. Роль автомобиля определяется количеством контейнеров-трансформеров, которые у него остались.

В ходе самостоятельной работы клиента с контейнером происходит загрузка контейнера грузом. Так как автомобиль уже свободен для выполнения других заказов, то время погрузки не влияет на эффективность системы в целом.

В блоке алгоритма «Поиск ближайшего свободного автомобиля» происходит поиск автомобиля со свободным местом для перевозки загруженного контейнера. Пользователь имеет возможность изменять радиус поиска.

Фрагмент кода программы, демонстрирующий описанный выше алгоритм, представлен на рисунке 3.14.

```
3258     boolean _value;  
3259     _value =  
3260     ((Грузовик)unit).колвоПустых == 0  
3261 ;  
3262     return _value;  
3263 }  
3264 private com.anylogic.libraries.r
```

Рисунок 3.14 — Фрагмент кода программы

В блоке алгоритма «Количество сложенных контейнеров на автомобиле» критерий выбора автомобиля для осуществления данного этапа — отсутствие контейнеров на автомобиле, так как разложенный контейнер-трансформер требует полноценного грузового места в кузове транспортного средства.

Отслеживание параметров транспортных средств и выбор транспортного средства происходит автоматически.

Выбранный автомобиль получает заказ на доставку сложенного контейнера, подтверждает возможность его доставки и перевозит контейнер в назначенное место и время. Перемещение осуществляется в рамках существующей улично-дорожной сети, что приближает результаты имитатора к реальным значениям. Пользователь может изменять скорость передвижения автомобиля по улично-дорожной сети, тем самым учитывая особенности территории, времени года, стиль вождения конкретного водителя и др. [92].

Для выполнения операции необходим автомобиль, имеющий свободное место для перевозки контейнера-трансформера в разложенном состоянии.

Общий порядок выполнения операций:

- Подготовка к производству работ
- Строповка, подъем и подача контейнера-трансформера в автомобиль
- Расстроповка контейнера-трансформера

Схема погрузки разложенного контейнера представлена на рисунке 3.15.

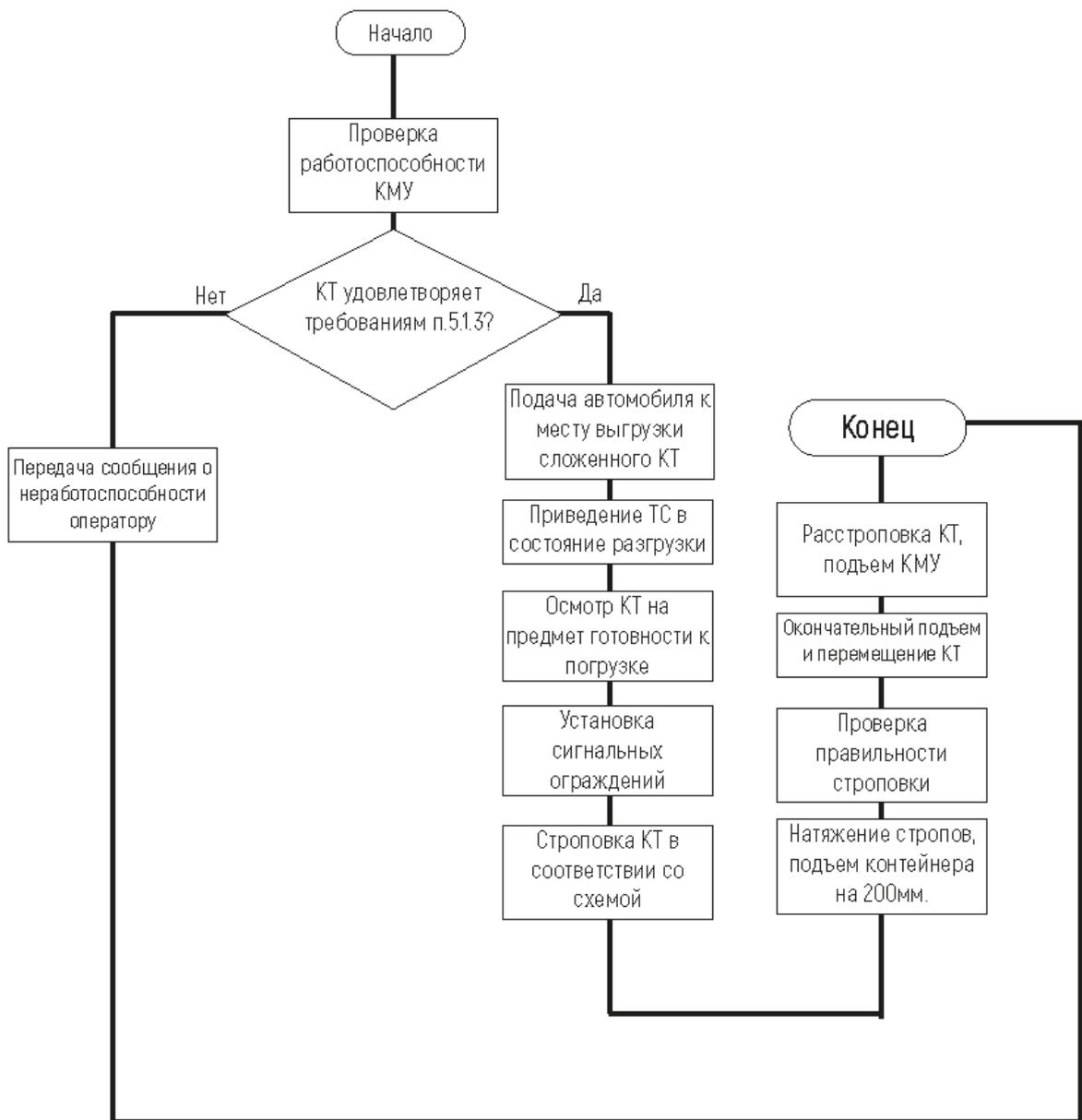


Рисунок 3.15 — Алгоритм разгрузки сложного контейнера-трансформера

Подготовка к производству работ: специалист, отвечающий за безопасное ведение работ, назначает старшего стропальщика (Стропальщик С1). Стропальщики С1 и С2 должны проверить состояние съемных грузозахватных приспособлений и оттяжек, а также установить строп на крюк КМУ и подготовить подкладки и прокладки. Необходимо удостовериться в наличии свободных проходов к месту погрузки. Стропальщики С1 и С2 проводят осмотр

разложенного контейнера-трансформера, предназначенного для погрузки, обращая внимание на следующие аспекты:

а) разложенный контейнер-трансформер не должен быть прижат, накренен или примерзшим;

б) на нем не должно быть незакрепленных предметов, которые могут упасть при перемещении;

в) необходимо убедиться в правильном складировании грузов, так как перемещение одного не должно повлечь за собой перемещение другого.

д) вес (в соответствии с маркировкой и надписями) соответствует данным, указанным в технологической карте, и грузоподъемности КМУ;

е) наличие достаточных зазоров для пропусков стропов;

Требования к перемещению и складированию разложенного контейнера-трансформера уточняются в соответствии с манипуляционными знаками.

В случае обнаружения нарушений необходимо уведомить специалиста, ответственного за безопасное выполнение работ с использованием КМУ, и действовать в соответствии с его указаниями.

Перед началом работы с краном-манипулятором (КМУ) оператор должен провести внешний осмотр оборудования, чтобы определить его готовность к эксплуатации. Также необходимо проверить:

- техническое состояние грузового крюка и крюковой обоймы;
- техническое состояние грузового каната;
- исправность действия приборов безопасности;
- безотказность в работе всех узлов и механизмов КМУ на холостом ходу (без груза);

- осматривает участок, на котором будут выполняться погрузо-разгрузочные работы.

Подготовка автомобиля к погрузке. Подать автомобиль к месту выполнения работ по указанию стропальщика С1. Подача автомобиля осуществляется водителем по команде лица, ответственного за организацию работ.

Затормозить автомобиль с помощью стояночного тормоза, установить рычаг коробки передач в положение первой передачи и, при необходимости, разместить тормозные башмаки под передними и задними колесами.

Стропальщик С2 осматривает состояние днища кузова автомобиля. Стропальщики С1 и С2 открывают борта автомобиля (если это необходимо), оставаясь при этом сбоку от открываемого борта. Стропальщики С1 и С2 размещают подкладки с упорами. Стропальщик С1 проверяет, чтобы в опасной зоне не находились люди (включая водителя автомобиля), и устанавливает сигнальные ограждения.

Строповка контейнера-трансформера. Стропальщик С1 отдает сигнал машинисту КМУ подать грузовой крюк к центру разложенного контейнера-трансформера. Стропальщики С1 и С2 осуществляют строповку разложенного контейнера-трансформера согласно утвержденной схеме, фиксируя оттяжки. Концы многоветвевго стропа, не используемые для захвата разложенного контейнера-трансформера, должны быть зафиксированы так, чтобы при перемещении контейнера-трансформера исключить риск их зацепления за находящиеся на пути предметы. Стропальщик С1 подает команду машинисту КМУ для натяжения стропов, в то время как стропальщик С2 находится на безопасном расстоянии от застропленного разложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С1 осуществляет проверку натяжения стропов. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ осуществить подъем разложенного контейнера-трансформера на 200-300 мм. Стропальщики С1 и С2 проверяют правильность строповки. Стропальщик С1 отдает команду машинисту КМУ на окончательный подъем и перемещение разложенного контейнера-трансформера.

Перемещение контейнера-трансформера. Во время перемещения контейнера-трансформера стропальщики С1 и С2 остаются на безопасном расстоянии и удерживают его от раскачивания и вращения с помощью оттяжек. Разложенный контейнер-трансформер должен находиться на высоте не менее 0,5 м над всеми препятствиями, встречающимися на его пути.

Стропальщик С2 поднимается в кузов автомобиля, проверяет правильность установки подкладок, затем спускается обратно на землю, берет за оттяжку и отходит на безопасное расстояние от контейнера-трансформера. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ на снижение разложенного контейнера-трансформера в кузов автомобиля на высоту 200-300 мм над подкладками, после чего – на окончательное опускание разложенного контейнера-трансформера в кузов. Стропальщик С2 снова поднимается в кузов автомобиля, проверяет устойчивость разложенного контейнера-трансформера, при необходимости закрепляет его, а затем осуществляет расстроповку, спускается на землю и отходит на безопасное расстояние. Стропальщик С1 подает команду оператору КМУ на поднятие крюка. Стропальщики С1 и С2 закрывают борта автомобиля.

После завершения работы стропальщики очищают площадку и кузов автомобиля от мусора. Съёмные грузозахватные устройства, оттяжки и прочий инвентарь укладываются в установленные места.

В блоке алгоритма «Перевозка в точку назначения, разгрузка» для выполнения операции необходим автомобиль, перевозящий как минимум 1 сложенный контейнер-трансформер.

Общий порядок выполнения операций:

- Подготовка к производству работ;
- Строповка, подъем и подача контейнера-трансформера на площадку;
- Расстроповка контейнера-трансформера;
- Раскладывание контейнера-трансформера

Схема разгрузки разложенного контейнера представлена на рисунке 3.16.

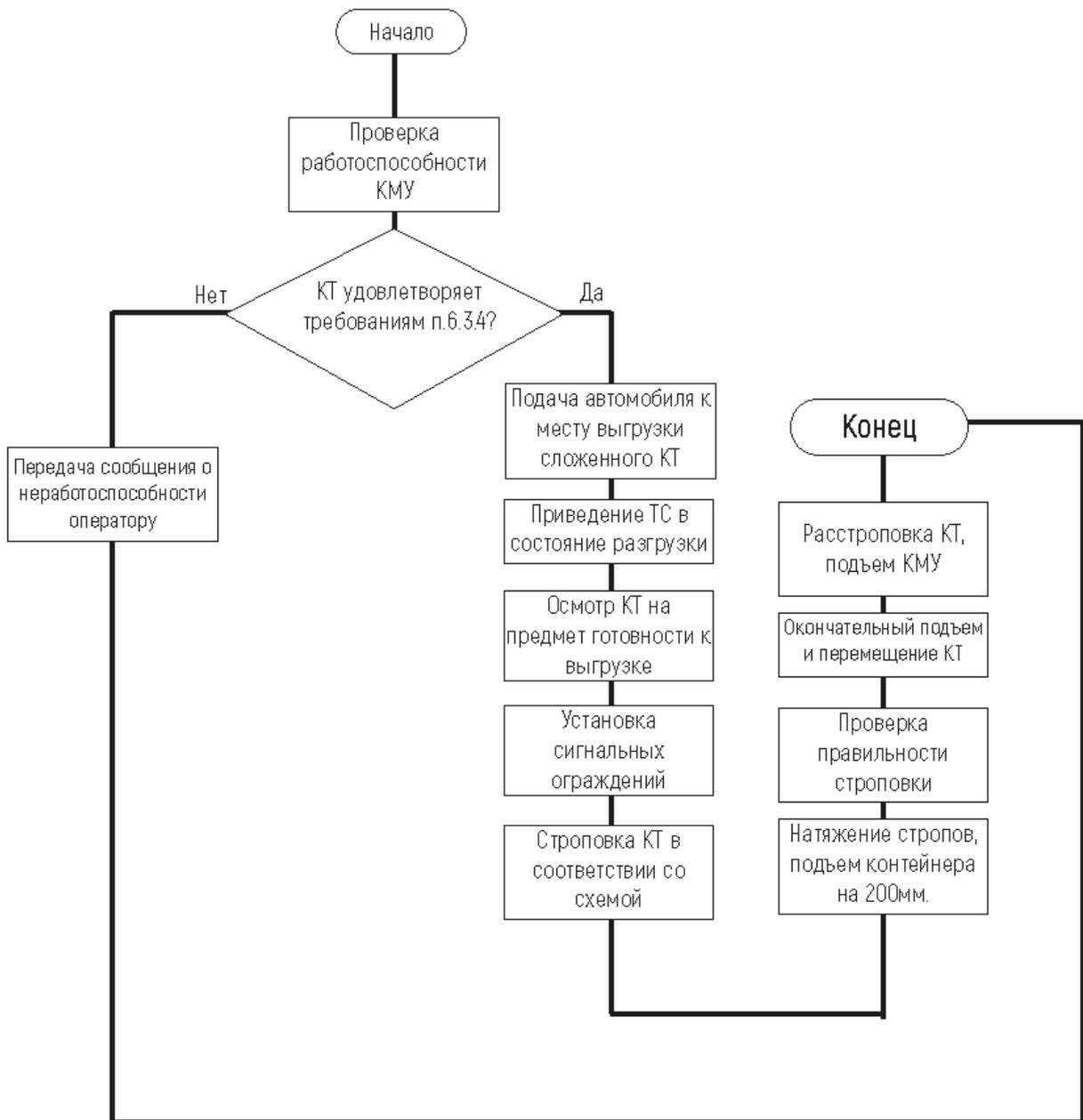


Рисунок 3.16 — Алгоритм разгрузки сложенного контейнера-трансформера

Подготовка к выполнению работ: специалист, отвечающий за безопасное ведение работ, назначает старшего стропальщика (Стропальщик С1). Стропальщики С1 и С2 обязаны проверить исправность съемных грузозахватных устройств и оттяжек, навесить стропы на крюк крана-манипулятора, а также подобрать подкладки и прокладки. Перед началом работы с краном-манипулятором (КМУ) оператор должен провести внешний осмотр оборудования, чтобы определить его готовность к эксплуатации. Также необходимо проверить:

- техническое состояние грузового крюка и крюковой обоймы;

- техническое состояние грузового каната;
- исправность действия приборов безопасности;
- безотказность в работе всех узлов и механизмов КМУ на холостом ходу (без груза);
- осматривает участок, на котором будут выполняться погрузо-разгрузочные работы.

Подготовка площадки для установки контейнера-трансформера. Стропальщики С1 и С2 должны проверить площадку для размещения разложенного контейнера-трансформера, убедившись в отсутствии посторонних предметов, ровной поверхности, чистоте, а также в соответствии расстояний между площадкой и стеной и размеров проходов. Если это необходимо, стропальщики С1 и С2 подбирают и устанавливают подкладки для размещения контейнеров-трансформеров. Стропальщик С1 проверяет наличие свободных проходов к месту для установки.

Подготовка автомобиля к выгрузке контейнера-трансформера: автомобиль должен быть подан в зону выполнения работ по указанию стропальщика С1. Подача автомобиля выполняется водителем по команде ответственного за проведение работ. Водитель должен зафиксировать автомобиль стояночным тормозом, установить рычаг коробки передач на первую передачу и, при необходимости, установить под колеса тормозные башмаки. Стропальщики С1 и С2 открывают борта автомобиля, если они предусмотрены, оставаясь при этом сбоку от открытого борта. Стропальщик С2 поднимается в кузов автомобиля, чтобы осмотреть разложенный контейнер-трансформер и проверить надежность его крепления. При проверке следует обратить внимание на следующее:

- а) разложенный контейнер-трансформер не должен быть защемлен, наклонен или примерзшим;
- б) на нем не должны находиться незакрепленные предметы, которые могут упасть во время перемещения;
- в) крепление контейнеров-трансформеров должно быть правильным (перемещение одного груза не должно приводить к движению другого);

г) вес разложенного контейнера (по маркировке и надписям) должен соответствовать указанному в технологической карте.

В случае обнаружения нарушений необходимо уведомить специалиста, ответственного за безопасность работ, и следовать его указаниям.

Стропальщик С1 удостоверяется, что в опасной зоне отсутствуют люди, включая водителя автомобиля, и устанавливает сигнальные ограждения.

Строповка контейнера-трансформера. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ подать грузовой крюк по центру разложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С2 поднимается по лестнице в кузов автомобиля и производит строповку разложенного контейнера-трансформера в соответствии со схемой строповки, закрепляет оттяжки. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ произвести натяжение стропов. Стропальщик С2 в это время находится на безопасном расстоянии от застропленного разложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С2 проверяет натяжение стропов. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ на подъем разложенного контейнера-трансформера на 200-300 мм над днищем кузова. Стропальщик С2 проверяет правильность строповки. Стропальщик С2 отходит на безопасное расстояние от разложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ на окончательный подъем разложенного контейнера-трансформера.

Перемещение контейнера-трансформера. При перемещении разложенного контейнера-трансформера стропальщики С1 и С2, находясь на безопасном расстоянии, удерживают его оттяжками от раскачивания и вращения. При перемещении контейнер-трансформер должен находиться на высоте не менее 0,5 м выше всех встречающихся на пути предметов. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ опустить разложенный контейнер-трансформер на 200-300мм над местом складирования, а затем осуществить на окончательное опускание разложенного контейнера-трансформера.

Стропальщики С1 и С2 проверяют устойчивость разложенного контейнера-трансформера, производят его расстроповку и отходят на безопасное расстояние

от контейнера-трансформера. Стропальщик (1) дает команду крановщику на подъем крюка КМУ. По окончании работы съемные грузозахватные приспособления, оттяжки и прочий инвентарь укладываются в места хранения.

Грузополучатель осуществляет самостоятельную разгрузку контейнера-трансформера. При этом его работа с контейнером не влияет на общую эффективность системы доставки груза так как транспортное средство уже выполняет другие заказы.

В блоке алгоритма «Поиск ближайшего свободного автомобиля» происходит поиск автомобиля со свободным местом для перевозки сложенного контейнера. Пользователь имеет возможность изменять радиус поиска.

Фрагмент кода программы, демонстрирующий описанный выше алгоритм, представлен на рисунке 3.17.

```
3727     boolean _value;  
3728     _value =  
3729     agent.колвоПустых < 4  
3730 ;  
3731     return _value;  
3732 }
```

Рисунок 3.17 — Фрагмент кода программы

Погрузка сложенного контейнера. Для выполнения операции необходим автомобиль, имеющий свободное место для перевозки контейнера-трансформера в сложенном состоянии.

Общий порядок выполнения операций:

- Подготовка к производству работ
- Строповка, складывание, подъем и подача контейнера-трансформера в автомобиль
- Расстроповка сложенного контейнера-трансформера

Схема погрузки сложенного контейнера представлена на рисунке 3.18.

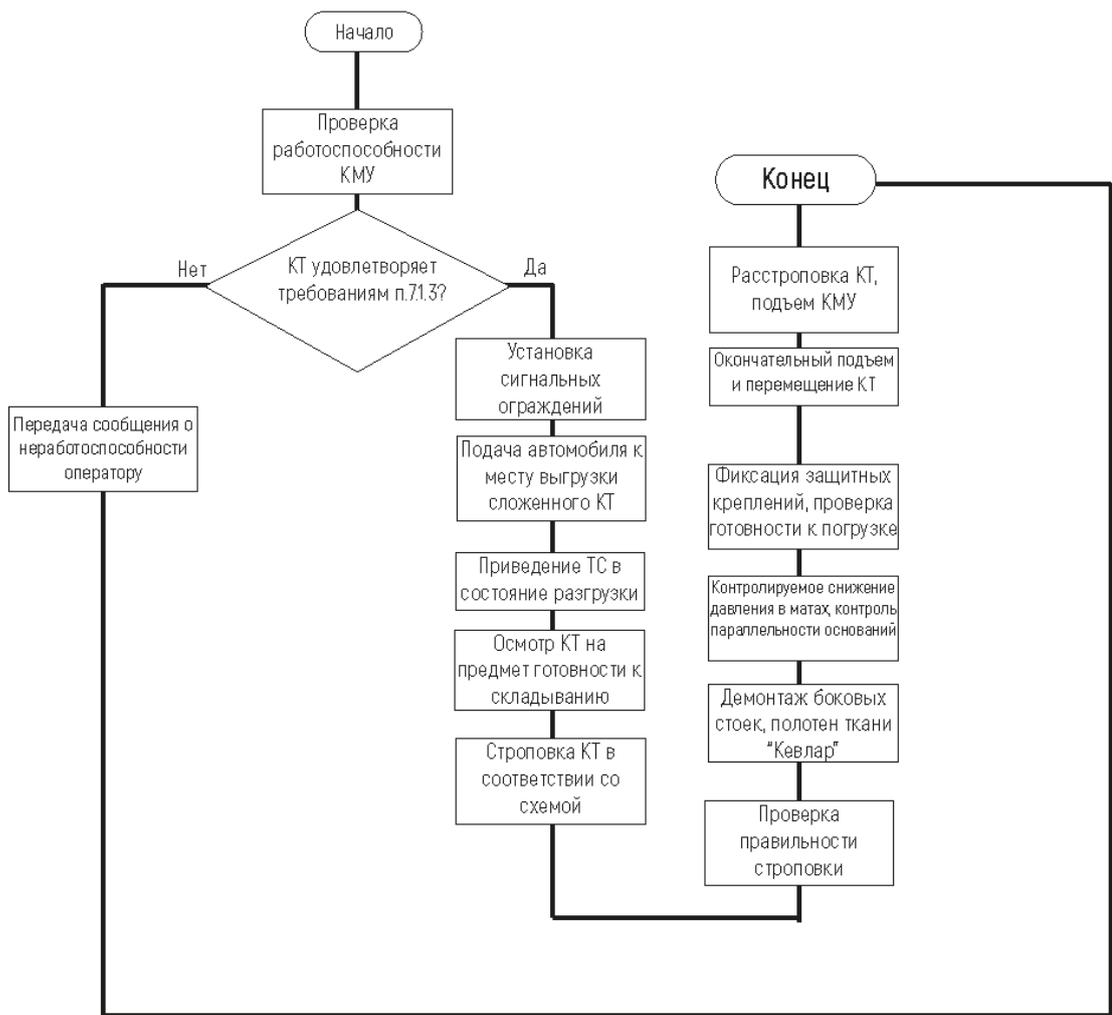


Рисунок 3.18 — Схема погрузки сложеного контейнера-трансформера

Подготовка к производству работ. Специалист, отвечающий за безопасное ведение работ, назначает старшего стропальщика (Стропальщик С1). Стропальщики С1 и С2 должны проверить состояние съемных грузозахватных приспособлений и оттяжек, а также установить строп на крюк КМУ и подготовить подкладки и прокладки. Необходимо удостовериться в наличии свободных проходов к месту погрузки.

Стропальщики С1 и С2 проводят осмотр разложенного контейнера-трансформера, предназначенного для погрузки, обращая внимание на следующие аспекты:

а) разложенный контейнер-трансформер не должен быть прижат, накренен или примерзшим;

б) на грузе не должно быть незакрепленных предметов, которые могут упасть при перемещении;

в) необходимо убедиться в правильном складировании грузов, так как перемещение одного не должно повлечь за собой перемещение другого.

д) вес (в соответствии с маркировкой и надписями) соответствует данным, указанным в технологической карте, и грузоподъемности КМУ;

е) наличие достаточных зазоров для пропусков стропов;

Требования к перемещению и складированию контейнера-трансформера уточняются в соответствии с манипуляционными знаками.

В случае обнаружения нарушений необходимо уведомить специалиста, ответственного за безопасное выполнение работ с использованием КМУ, и действовать в соответствии с его указаниями.

Перед началом работы с краном-манипулятором (КМУ) оператор должен провести внешний осмотр оборудования, чтобы определить его готовность к эксплуатации. Также необходимо проверить:

- техническое состояние грузового крюка и крюковой обоймы;
- техническое состояние грузового каната;
- исправность действия приборов безопасности;
- безотказность в работе всех узлов и механизмов КМУ на холостом ходу (без груза);
- осматривает участок, на котором будут выполняться погрузо-разгрузочные работы.

Подготовка автомобиля к погрузке. Подать автомобиль к месту выполнения работ по указанию стропальщика С1. Подача автомобиля осуществляется водителем по команде лица, ответственного за организацию работ.

Затормозить автомобиль с помощью стояночного тормоза, установить рычаг коробки передач в положение первой передачи и, при необходимости, разместить тормозные башмаки под передними и задними колесами. Стropальщик С2 осматривает состояние днища кузова автомобиля. Стropальщики С1 и С2 открывают борта автомобиля (если это необходимо),

оставаясь при этом сбоку от открываемого борта. Стропальщики С1 и С2 размещают подкладки с упорами. Стропальщик С1 проверяет, чтобы в опасной зоне не находились люди (включая водителя автомобиля), и устанавливает сигнальные ограждения.

Строповка контейнера-трансформера. Стропальщик С1 отдает сигнал машинисту подъемного средства (ПС) подать грузовой крюк к центру разложенного контейнера-трансформера.

Стропальщики С1 и С2 осуществляют строповку разложенного контейнера-трансформера согласно утвержденной схеме, фиксируя оттяжки. Концы многоветвевго стропа, не используемые для захвата разложенного контейнера-трансформера, должны быть зафиксированы так, чтобы при перемещении контейнера-трансформера исключить риск их зацепления за находящиеся на пути предметы.

Стропальщик С1 подает команду машинисту КМУ для натяжения стропов, в то время как стропальщик С2 находится на безопасном расстоянии от застропленного разложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С1 осуществляет проверку натяжения стропов.

Складывание контейнера-трансформера. Стропальщик С1 подключает малогабаритный электрический компрессор к нипелям боковых стенок контейнера и проверяет давление в каждой из них, при необходимости производит выравнивание давления в каждой стенке. Стропальщики С1 и С2 производят демонтаж полотна ткани ударно-поглощающего волокна типа «кевлар». Стропальщики С1 и С2 ослабляют крепление боковых стоек. Стропальщики С1 и С2 производят демонтаж боковых стоек. Стропальщик С1 производит контролируемое снижение давления в матах, изготовленных из эластичной газодержащей двустенной ткани по технологии эйрдек.

Стропальщик С2 контролирует параллельность крыши полу и в случае необходимости корректирует объем подаваемого в маты воздуха так, чтобы складывание контейнера-трансформера происходило равномерно.

Стропальщик С2 фиксирует защитные крепления, предотвращающие произвольное раскладывание контейнера-трансформера.

Перемещение контейнера-трансформера. Во время перемещения сложенного контейнера-трансформера стропальщики С1 и С2 остаются на безопасном расстоянии и удерживают его от раскачивания и вращения с помощью оттяжек. Сложенный контейнер-трансформер должен находиться на высоте не менее 0,5 м над всеми препятствиями, встречающимися на его пути. Стропальщик С2 поднимается в кузов автомобиля, проверяет правильность установки подкладок, затем спускается обратно на землю, берет за оттяжку и отходит на безопасное расстояние от сложенного контейнера-трансформера. Стропальщик С1 дает команду машинисту КМУ на снижение сложенного контейнера-трансформера в кузов автомобиля на высоту 200-300 мм над подкладками, после чего – на окончательное опускание контейнера-трансформера в кузов. Стропальщик С2 проверяет устойчивость сложенного контейнера-трансформера, при необходимости закрепляет его, а затем осуществляет расстроповку, спускается на землю и отходит на безопасное расстояние. Стропальщик С1 подает команду оператору КМУ на поднятие крюка. Стропальщики С1 и С2 закрывают борта автомобиля.

После завершения работы стропальщики очищают площадку и кузов автомобиля от мусора. Съёмные грузозахватные устройства, оттяжки и прочий инвентарь укладываются в установленные места.

3.3 Экспериментальное определение технико-эксплуатационных параметров работы системы доставки грузов с использованием складных контейнеров в городской среде

Эксперимент по оценке эффективности системы доставки грузов с помощью складных контейнеров проводился с 9:00 до 17:00 на улично-дорожной сети города Ростов-на-Дону. В эксперименте приняло участие 30 агентов транспортной системы, разделённых на две группы:

Группа водителей (10 человек), которая выполняла функции перевозки грузов в складных контейнерах, принимая заказы и осуществляя доставку.

Группа клиентов (20 человек), которая создавала заказы на перевозку грузов с указанием необходимых параметров (местоположение отправителя и получателя, тип и объём груза).

В эксперименте использовалось 40 складных контейнеров. В результате эксперимента было выполнено 34 заказа. Достоверность модели, на основе которой проводилось моделирование, составила не менее 90%. Эксперимент заключался во взаимодействии двух групп участников: водители принимали и выполняли заказы, создаваемые клиентами, моделируя реальные процессы доставки грузов с использованием складных контейнеров.

Результаты представлены в таблицах 3.1—3.3 и на рисунках 3.19—3.21.

Таблица 3.1

Сравнение коэффициентов использования рабочего времени

Кол-во ТС	Коэф. исп. раб. времени модифицированной имитационной модели	Коэф. исп. раб. времени имитатора
6	0,63	0,58
7	0,52	0,5
8	0,45	0,46
9	0,4	0,41
10	0,37	0,39
11	0,3	0,34
12	0,29	0,31
13	0,27	0,29

Таблица 3.2

Сравнение времени выполнения заявки

Кол-во ТС	Ср время выполнения заявки модифицированной имитационной модели	Ср время выполнения заявки имитатора
6	271	265
7	275	258
8	263	280
9	240	264
10	227	247
11	226	230
12	226	242
13	226	237

Таблица 3.3

Сравнение количества заявок на перевозку, выполненных 1 ТС

Кол-во ТС	Количество заявок на перевозку, выполненных 1 ТС, модифицированной имитационной модели	Количество заявок на перевозку, выполненных 1 ТС, имитатора
6	5,67	5,67
7	4,71	4,71
8	4,25	4,25
9	3,78	4,25
10	3	3,78
11	3,09	3
12	2,83	3,09
13	2,62	2,62

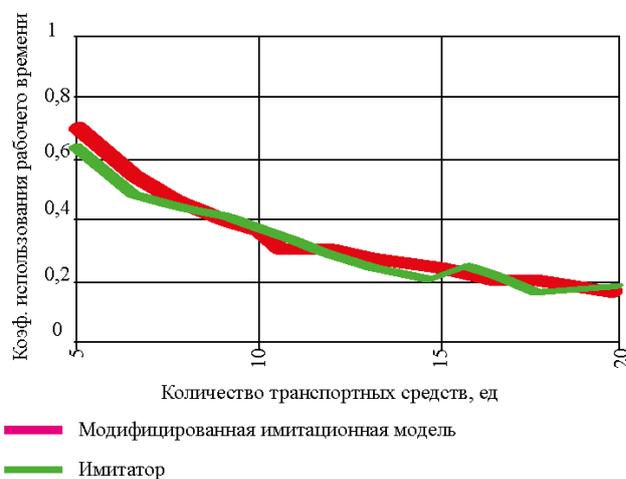


Рисунок 3.19 — Коэффициент использования транспортных средств



Рисунок 3.20 — Среднее время выполнения заявок



Рисунок 3.21 — Количество заявок на перевозку, выполненных 1 ТС

Достоверность определялась отношением результатов работы имитаторов к результатам работы модифицированной имитационной модели.

$$\varepsilon = \frac{|\Delta\alpha - \alpha|}{\alpha} \cdot 100, \quad (3.2)$$

где α — результаты работы имитаторов;

$\Delta\alpha$ — результаты работы модифицированной имитационной модели.

$$\varepsilon_1 = \frac{|271 - 265|}{265} \cdot 100 = 97,7\%$$

$$\varepsilon_2 = \frac{|275 - 258|}{258} \cdot 100 = 93,4\%$$

$$\varepsilon_3 = \frac{|263 - 280|}{280} \cdot 100 = 93,9\%$$

$$\varepsilon_4 = \frac{|240 - 264|}{264} \cdot 100 = 90,9\%$$

$$\varepsilon_5 = \frac{|227 - 247|}{247} \cdot 100 = 91,9\%$$

$$\varepsilon_6 = \frac{|226 - 230|}{230} \cdot 100 = 98,3\%$$

$$\varepsilon_7 = \frac{|226 - 242|}{242} \cdot 100 = 93,4\%$$

$$\varepsilon_8 = \frac{|226 - 237|}{237} \cdot 100 = 95,4\%$$

$$\varepsilon_{\text{ср.вр.выполн.заявок}} = \frac{\sum_1^n \varepsilon}{n}, \quad (3.3)$$

где ε — степень соответствия результата модифицированной имитационной модели натурному эксперименту, %;

n — количество экспериментов.

$$\varepsilon_{\text{ср.вр.выполн.заявок}} = \frac{754,9}{8} = 94,4\%$$

3.4 Выводы по главе

1. Определены параметры и требования к имитатору контейнера-трансформера, участвующему в эксперименте в условиях реальной среды.

2. Разработано мобильное приложение для испытаний контейнеров-трансформеров, позволяющее минимизировать затраты на испытания отказавшись от использования полноразмерных контейнеров.

3. Проведённый эксперимент подтвердил высокую эффективность разработанного имитатора складного контейнера. Результаты моделирования демонстрируют высокую степень достоверности (не менее 90%). Это значение было получено путём сравнения данных, полученных в ходе компьютерного моделирования, с результатами реальных экспериментов с физическим прототипом в условиях городской среды. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что созданный имитатор способствует оптимизации транспортных процессов и повышению их эффективности [93].

4 ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО СОЗДАНИЮ МАКЕТА И ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА СКЛАДНОГО КОНТЕЙНЕРА

4.1 Разработка макета складного контейнера

Для подтверждения данных, полученных в ходе экспериментального моделирования, был создан физический макет складного контейнера. Характеристики макета представлены в таблице 4.1. Важной особенностью этого макета является наличие функции автоматического складывания, активируемой через интерфейс приложения.

Таблица 4.1

Характеристики макета контейнера-трансформера

Тип контейнера	Макет
Масса	20 кг
Размеры внешние	Длина 630 мм, ширина 695 мм, высота (в раскрытом состоянии) 695 мм, высота (в сложенном состоянии) 215 мм,
Питание	Литий-ионная АКБ, 11В
Управление	С помощью мобильных устройств на базе Android, через приложение Dabble

На рисунке 4.1 представлена фотография физического макета складного контейнера, созданного для валидации данных, полученных в ходе компьютерного моделирования.



Рисунок 4.1 — Макет складного контейнера



Рисунок 4.2 — Макет складного контейнера

Созданный макет складного контейнера позволяет учитывать все особенности, присущие рассматриваемой модели. Так на рисунке 4.2 показано передвижение макета автомобиля со сложенными контейнерами. Они точно так же, как полноразмерные контейнеры имеют возможность складываться и штабелироваться.



Рисунок 4.3 — Макет складного контейнера

Краново-манипулятивная установка макета разработанного устройства способна осуществлять перемещение складных контейнеров, данный процесс показан на рисунке 4.3.



Рисунок 4.4 — Макет складного контейнера

На рисунке 4.4 представлен складной контейнер в процессе автоматического раскладывания.

4.2 Разработка опытного образца складного контейнера

Для проверки гипотез, полученных в ходе компьютерного моделирования и лабораторных испытаний, был разработан и изготовлен полномасштабный опытный образец складного контейнера. Подробные технические характеристики, включая габаритные размеры, используемые материалы, конструктивные особенности механизмов складывания и другие релевантные параметры, представлены в таблице 4.2. Создание полноразмерного прототипа является важным этапом исследования, позволяющим перейти от теоретических моделей к практической реализации и оценить работоспособность складного контейнера в реальных условиях, а также определить его технико-эксплуатационные показатели.

Ключевой особенностью опытного образца является наличие интегрированной системы автоматического складывания, управляемой через специализированное мобильное приложение. Это решение позволяет не только

упростить процесс трансформации контейнера, но и проводить дистанционное управление и мониторинг его состояния.

Опытный образец предназначен не только для демонстрации функциональности, но и для проведения промышленных испытаний. Эти испытания позволяют оценить надёжность конструкции, эффективность работы механизмов, а также определить эффективность складного контейнера в различных условиях эксплуатации. Результаты промышленных испытаний являются основой для финальной оценки эффективности разработанной технологии и позволяют внести необходимые корректировки в конструкцию и программное обеспечение перед запуском складного контейнера в серийное производство. Таким образом, создание и испытание опытного образца являются заключительным и наиболее важным этапом проекта.

Таблица 4.2

Основные характеристики опытного образца контейнера-трансформера

Тип контейнера	Специальный
Размеры внешние	длина 2100 мм±5 мм, ширина 2650 мм±7 мм, высота (в раскрытом состоянии) 2591 мм±5 мм, высота (в сложенном состоянии) 640 мм±5 мм, ширина (в сложенном состоянии) 2650 мм±7 мм
Размеры внутренние	длина 1950 мм, ширина 2515 мм, высота 2128 мм
Масса брутто	5 тонн
Масса нетто	800 кг
Внутренний объем контейнера	10,4 м ³
Компрессор	давление от 1,5 Бар, производительность от 80 л/мин

На рисунке 4.5 представлен опытный образец полноразмерного складного контейнера, изготовленного для проведения всесторонних испытаний. На рисунке механизмы складывания и раскладывания, соединения, а также идентификационные знаки, нанесённые на корпус контейнера.

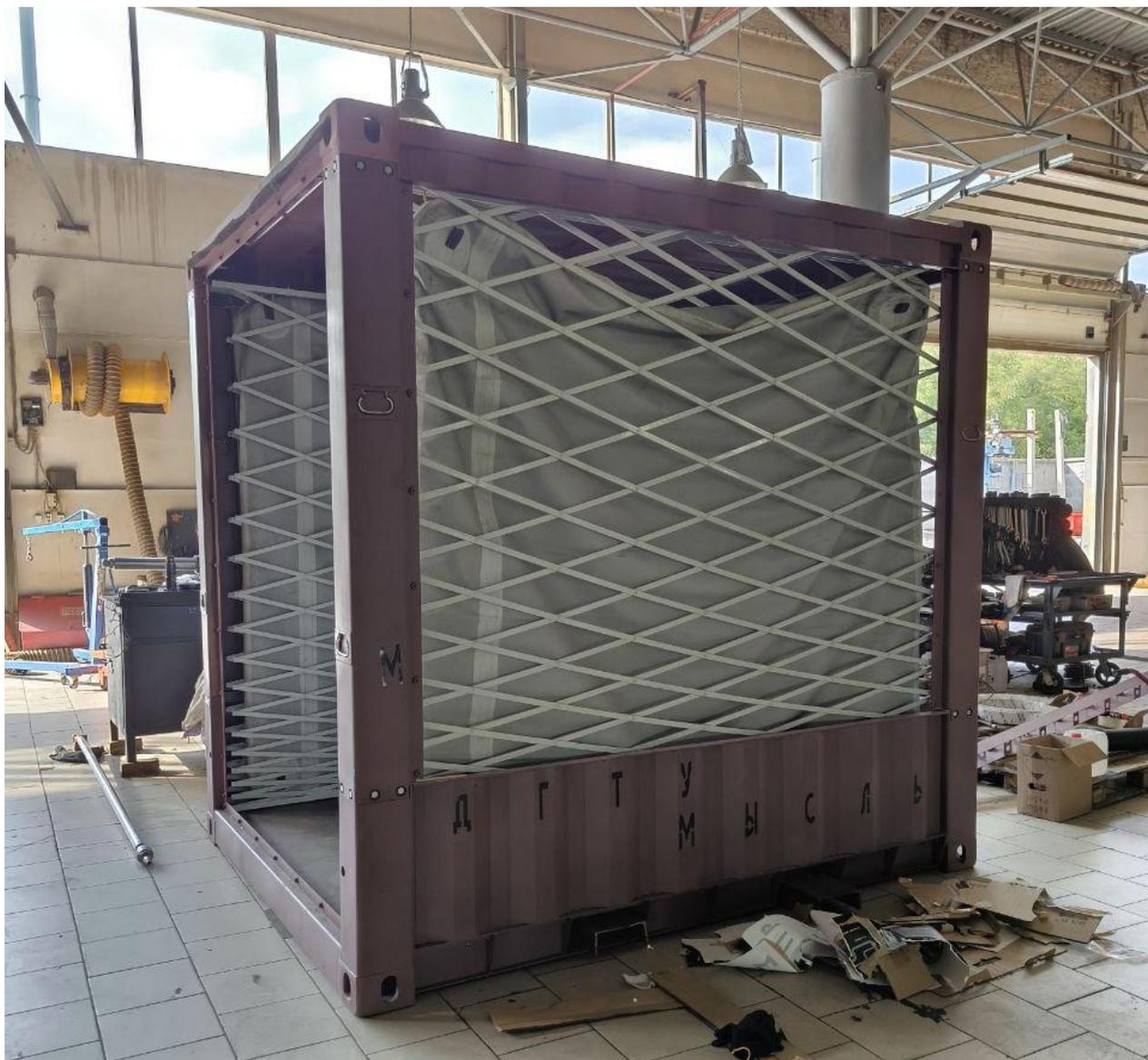


Рисунок 4.5 — Опытный образец складного контейнера

Рисунок 4.5 является частью исследовательской документации, подтверждающей процесс разработки и тестирования.

Использование этого опытного образца для проведения испытаний проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51876-2008, что подтверждает высокую научную строгость и надёжность полученных результатов. Соответствие испытаний государственным стандартам гарантирует объективность полученных данных и их сравнимость с результатами других исследований, проведённых в рамках установленных нормативов [94, 95, 96].

4.3 Испытания опытного образца складного контейнера

Для проведения испытаний составлены программа и методика испытаний складного контейнера[97, 98, 99, 100, 101].

Программа испытаний контейнера-трансформера включает следующие ключевые этапы:

1. Штабелирование: оценка возможности штабелирования контейнеров.
2. Подъем за 4 верхних угловых фитинга: проверка прочности конструкции при подъеме.
3. Подъем за 4 нижних фитинга: аналогичное испытание для нижних фитингов.
4. Жесткость конструкции продольная: измерение устойчивости к продольным нагрузкам.
5. Прочность торцевых стенок: оценка прочности стенок на давление.
6. Прочность боковых стенок: проверка устойчивости боковых стенок.
7. Испытание прочности крыши: оценка прочности крыши под нагрузкой.
8. Проверка прочности пола и основания: тестирование устойчивости пола.
9. Жесткость (поперечная): измерение жесткости конструкции на боковые нагрузки.
10. Подъем с использованием вилочных проемов: проверка удобства подъема вилочными погрузчиками.
11. Водонепроницаемость: оценка защиты содержимого от влаги.

Штабелирование. Оборудование для испытания: четыре плоские подкладки, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым и промежуточным фитингом; специальное испытательное приспособление, имеющее угловые фитинги в соответствии с ГОСТ Р 51891-2008 или заменяющие их эквивалентные элементы с теми же геометрическими очертаниями; устройство для приложения нагрузки. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: контейнер размещают на четырех плоских подкладках, расположенных на одном уровне, по одной под каждым угловым и промежуточным фитингом.

Центры подкладок и фитингов, а также их размеры должны совпадать. На контейнер должна воздействовать нагрузка, распределенная равномерно, при этом действительная масса брутто контейнера должна составлять $1,8R$.

Конструкция эквивалентных элементов (при их применении) должна обеспечивать такое же воздействие испытательных нагрузок на контейнер, как при использовании угловых фитингов.

Подъем за 4 верхних угловых фитинга. Оборудование для испытания: приспособление для подъема: специальное устройство или механизм, способный безопасно поднять контейнер за четыре верхних угловых фитинга. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер должен быть загружен равномерно распределенной нагрузкой, чтобы общая масса контейнера вместе с испытательной нагрузкой составляла $2R$. Подъем: контейнер плавно поднимается за четыре верхних угловых фитинга. Важно избегать заметных ускорений или замедлений. Проверка: контейнер удерживается в поднятом положении в течение 5 минут. Оценка: после завершения испытания проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации. Также проверяются размеры и соответствие требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Подъем за 4 нижних фитинга. Оборудование для испытания: приспособление для подъема: специальное устройство или механизм, способный безопасно поднять контейнер за четыре верхних угловых фитинга. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер должен быть загружен равномерно распределенной нагрузкой, чтобы общая масса контейнера вместе с

испытательной нагрузкой составляла $2R$. Подъем: контейнер плавно поднимается за четыре нижних угловых фитинга. Важно избегать заметных ускорений или замедлений. Угол приложения подъемных усилий зависит от типа контейнера и составляет от 30° до 60° . Проверка: контейнер удерживается в поднятом положении в течение 5 минут. Оценка: после завершения испытания проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации. Также проверяются размеры и соответствие требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Жесткость конструкции продольная. Оборудование для испытания: четыре горизонтальные опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым фитингом, для установки контейнера. Анкерные устройства для закрепления контейнера через нижние отверстия нижних угловых фитингов, предотвращающие продольное и вертикальное смещения. Устройство для приложения внешних сил к верхним угловым фитингам одной торцевой стенки контейнера, способное создавать и контролировать нагрузку в 75 кН. Измерительные приборы для контроля и регистрации параметров испытания, таких как деформации, напряжения и перемещения. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер массой R устанавливается на четыре горизонтальные опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым фитингом. Для предотвращения продольного и вертикального смещений контейнер закрепляется анкерными устройствами через нижние отверстия нижних угловых фитингов. Приложение силы: внешние силы, каждая по 75 кН, прикладываются отдельно или одновременно к каждому из верхних угловых фитингов одной торцевой стенки контейнера параллельно как плоскости основания, так и плоскостям боковых стенок. Проверка: после приложения сил проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации. Также проверяются размеры и соответствие требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Прочность торцевых стенок. Оборудование для испытания: четыре горизонтальные опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым фитингом, для установки контейнера. Анкерные устройства для закрепления контейнера через нижние отверстия нижних угловых фитингов, предотвращающие продольное и вертикальное смещения. Устройство для приложения внешних сил к торцевым стенкам контейнера, способное создавать и контролировать нагрузку в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51876-2002. Измерительные приборы для контроля и регистрации параметров испытания, таких как деформации, напряжения и перемещения. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер устанавливается на четыре горизонтальные опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым фитингом. Для предотвращения продольного и вертикального смещений контейнер закрепляется анкерными устройствами через нижние отверстия нижних угловых фитингов. Приложение силы: к торцевым стенкам контейнера прикладывается внутренняя сила. Сила распределяется равномерно по испытываемой стенке и не препятствует её свободному прогибу. Проверка: после приложения силы проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации. Также проверяются размеры и соответствие требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Прочность боковых стенок. Оборудование для испытания: четыре горизонтальные опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым фитингом, для установки контейнера. Анкерные устройства для закрепления контейнера через нижние отверстия нижних угловых фитингов, предотвращающие продольное и вертикальное смещения. Устройство для приложения внешних сил к боковым стенкам контейнера, способное создавать и контролировать нагрузку. Измерительные приборы для контроля и регистрации параметров испытания, таких как деформации, напряжения и перемещения.

Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер устанавливается на четыре горизонтальные опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым фитингом. Для предотвращения продольного и вертикального смещений контейнер закрепляется анкерными устройствами через нижние отверстия нижних угловых фитингов. Приложение силы: к боковым стенкам контейнера прикладывается внешняя сила, распределённая равномерно по всей поверхности боковой стенки. Величина силы должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51876-2002. Проверка: после приложения силы проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации. Также проверяются размеры и соответствие требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Испытание прочности крыши контейнера. Оборудование для испытания: четыре плоские подкладки, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым и промежуточным фитингом, для установки контейнера. Устройство для приложения нагрузки к крыше контейнера, способное создавать и контролировать нагрузку в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51891-2008. Измерительные приборы для контроля и регистрации параметров испытания, таких как деформации, напряжения и перемещения. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер устанавливается на четыре плоские подкладки, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым и промежуточным фитингом. Это обеспечивает равномерное распределение нагрузки на крышу. Приложение нагрузки: нагрузка, равная 3 кН, равномерно распределяется на площади 600 x 300 мм, расположенной в самой слабой зоне жёсткой крыши контейнера. Проверка: после приложения нагрузки проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений,

делающих контейнер непригодным к эксплуатации. Также проверяются размеры и соответствие требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Проверка прочности пола и основания контейнера. Оборудование для испытания: тележка с эластичными массивными шинами, способная создавать нагрузку 27,3 кН на каждое из двух колёс. Измерительные приборы для контроля и регистрации параметров испытания, таких как деформации, напряжения и перемещения. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер устанавливается на четыре опоры, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым фитингом. Это обеспечивает равномерное распределение нагрузки на пол и основание. Приложение нагрузки: нагрузка, равная 27,3 кН, равномерно распределяется на площади 185 x 100 мм, расположенной в центре пола контейнера. Проверка: после приложения нагрузки проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации.

Жесткость (поперечная). Оборудование для испытания: четыре плоские подкладки, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым и промежуточным фитингом, для установки контейнера. Устройство для приложения нагрузки к крыше контейнера, способное создавать и контролировать нагрузку в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51891. Измерительные приборы для контроля и регистрации параметров испытания, таких как деформации, напряжения и перемещения.

Описание испытания: подготовка: контейнер устанавливается на четыре плоские подкладки, расположенные на одном уровне, по одной под каждым угловым и промежуточным фитингом. Закрепляется только в нижнем угловом фитинге, который находится на противоположной стороне относительно верхнего углового фитинга, где действует сила, и в той же торцевой стенке. Приложение нагрузки: к каждому из верхних угловых фитингов на одной боковой стенке контейнера в поперечном направлении параллельно плоскости основания и

плоскости торцевых стенок прикладывают внешние силы по 150 кН. Проверка: после приложения нагрузки проверяется отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации.

Подъем с использованием вилочных проемов. Оборудование для испытания: вилочный погрузчик с достаточной грузоподъемностью и высотой подъема для выполнения задачи. Оборудование для проверки размеров и соответствия требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости после испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер устанавливается на две горизонтальные балки, каждая шириной 200 мм, входящие на (1828 ± 3) мм в вилочный проем считая от наружной поверхности боковой стенки контейнера. Оси балок и вилочных проемов должны совпадать. Приложение нагрузки: нагрузка равномерно распределяется по полу контейнера, чтобы собственная масса контейнера и испытательная нагрузка вместе равнялись $1,6 R$. Подъем: контейнер поднимают на высоту, достаточную для проверки его устойчивости и отсутствия деформаций. Выдержка: контейнер выдерживают в поднятом положении в течение 5 минут. Опускание: контейнер плавно опускают на землю. Проверка: после завершения испытаний проверяют отсутствие остаточных деформаций или других отклонений, делающих контейнер непригодным к эксплуатации. Также проверяют размеры и соответствие требованиям к перегрузке, креплению и взаимозаменяемости.

Водонепроницаемость. Оборудование для испытания: стенд для испытания с возможностью подачи воды под давлением к наружным поверхностям стенок, крыши и дверей контейнера. Сопло диаметром 12,5 мм для создания струи воды, перемещающейся со скоростью 100 м/с. Средства измерения давления внутри сопла для контроля параметров испытания.

Описание испытания: подготовка: контейнер устанавливается на стенд для испытаний, обеспечивающий подачу воды под давлением к наружным поверхностям стенок, крыши и дверей. Полив: наружные поверхности контейнера поливают струей воды, перемещающейся со скоростью 100 м/с и вытекающей из

сопла диаметром 12,5 мм, находящегося на расстоянии 1,5 м от поливаемой поверхности. Давление внутри сопла составляет 0,1 МПа. Контроль: во время испытания ведется контроль за тем, чтобы струи воды были направлены перпендикулярно к поливаемым поверхностям стенок и крыши контейнера.

4.4 Разработка методики составления транспортно-технологических карт для операций с использованием складного контейнера на автомобильном транспорте в городской среде

Разработка методики составления транспортно-технологических карт (ТТК) для операций с использованием складного контейнера на автомобильном транспорте в городской среде является сложной задачей, требующей учёта множества специфических факторов. Традиционные методики составления ТТК для грузоперевозок не всегда адекватны для работы с складным контейнером, обладающим уникальными возможностями трансформации и требующим оптимизации под специфику городской среды. Новая методика должна учитывать не только стандартные параметры, такие как расстояние, время в пути и грузоподъёмность, но и ряд дополнительных факторов, характерных для условий эксплуатации в городе [102, 103, 104].

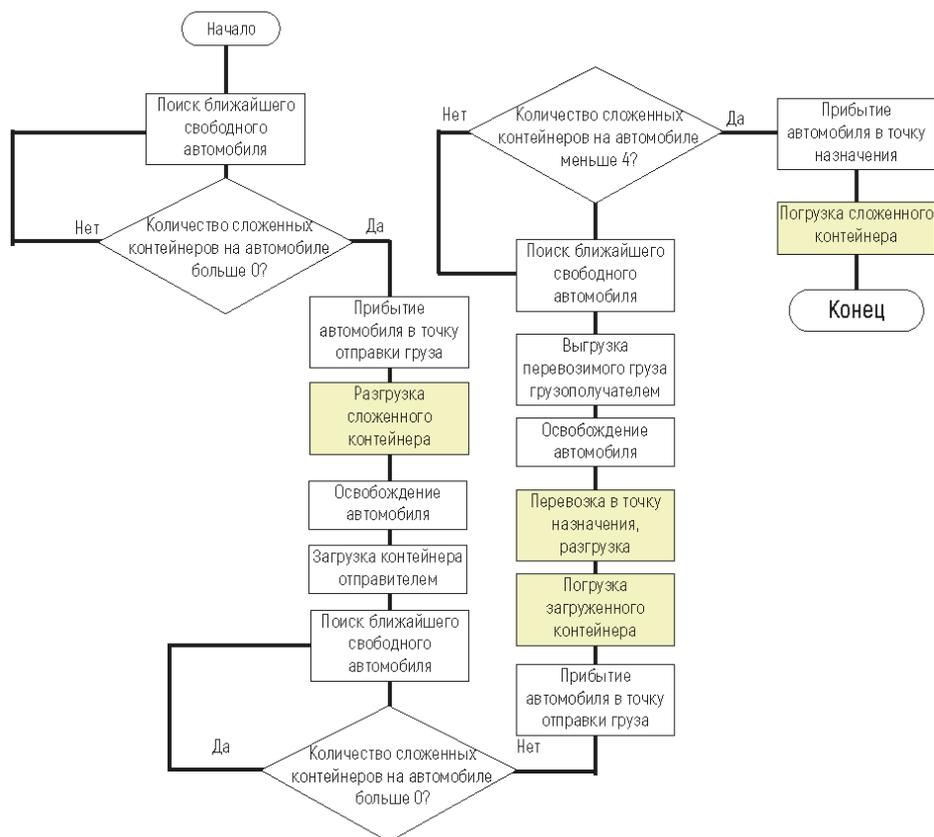


Рисунок 4.6 — Схема работы системы доставки грузов в городской среде.

Ключевые аспекты разработки методика. Моделирование траекторий движения: разработка алгоритмов моделирования оптимальных маршрутов с учётом особенностей городского трафика, наличия ограничений (одностороннее движение, запрет на проезд крупногабаритного транспорта, наличие пешеходных зон), а также времени трансформации контейнера в разных точках маршрута. Необходимо учитывать динамические изменения дорожной ситуации, используя данные систем мониторинга движения транспорта в реальном времени.

Оптимизация времени трансформации: методика должна включать алгоритмы оптимизации времени трансформации контейнера в зависимости от места проведения операции (узкие улицы, наличие препятствий, наличие поблизости зон для разгрузки/погрузки).

Учёт габаритов контейнера в разных состояниях: ТТК должна учитывать изменение габаритов контейнера в процессе трансформации и их влияние на возможность проезда по различным участкам маршрута.

Взаимодействие с другими участниками дорожного движения: методика должна учитывать взаимодействие складного контейнера с другими транспортными средствами и пешеходами в условиях интенсивного городского движения. Возможно, потребуется разработка рекомендаций по обеспечению безопасности движения и минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций.

Учёт инфраструктурных ограничений: ТТК должна учитывать наличие и характеристики городской инфраструктуры (размеры улично-дорожной сети, наличие парковок, наличие пунктов разгрузки/погрузки, наличие ограничений по высоте и массе).

Экономическая эффективность: методика должна позволять проводить оценку экономической эффективности различных вариантов маршрутов и режимов работы складного контейнера, учитывая затраты на топливо, время в пути, затраты на оплату труда персонала и другие факторы [105, 106, 107].

Разработка программного обеспечения: использование специализированного программного обеспечения, которое позволит автоматизировать процесс составления ТТК, оптимизировать маршруты и проводить оценку эффективности работы складного контейнера.

Разработанная методика должна быть гибкой и адаптируемой под различные условия эксплуатации в различных городах, учитывая специфику их транспортной инфраструктуры. Реализация такой методики повышает эффективность использования складных контейнеров в городской логистике [108,109].

4.5 Выводы по главе

В результате эксперимента по созданию макета и опытного образца новой грузовой единицы — складного контейнера-трансформера в рамках развития технологии городских перевозок грузов:

1. Созданный макет подтвердил возможность учёта и организации работы с использованием складных контейнеров-трансформеров, осуществлена валидация данных, полученных в результате работы имитационной модели.

2. Опытный образец складного контейнера-трансформера позволил оценить функциональность интегрированной системы автоматического складывания, управляемой через специализированное мобильное приложение.

3. Испытания опытного образца складного контейнера-трансформера в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51876-2008 подтвердили надёжность полученных результатов, а соответствие испытаний государственным стандартам гарантировало объективность полученных данных и их сравнимость с результатами других исследований, проведённых в рамках установленных нормативов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые теоретические и экспериментальные исследования позволяют сделать следующие выводы в области развития технологий перевозки грузов с использованием контейнера-трансформера, в сфере логистики организации грузовых перевозок в городской среде:

1. Анализ технологических процессов погрузочно-разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций подтвердил необходимость разработки новой грузовой единицы — контейнера-трансформера, позволяющего повысить эффективность использования пространства на транспортных средствах до 4 раз.

2. Создана методика организации городских перевозок с использованием контейнера-трансформера, основанная на IT-технологиях в рамках новых транспортно-логистических технологий грузовых перевозок, цифровизации транспортно-логистических процессов и учитывающая одновременную перевозку на транспортных средствах нескольких складных контейнеров, что позволяет повысить количество заявок на перевозку, выполняемых одним транспортным средством за смену на 30% и коэффициент использования рабочего времени на 20%, уменьшить на 8% время выполнения заявок на перевозку.

3. Разработана конструкция опытного образца новой грузовой единицы — контейнера-трансформера, прошедшая производственные испытания, предусмотренные ГОСТ 51876, в том числе штабелирование в 3 яруса, подъём за рымные узлы, подъём вилами погрузчика, нагружение торцевой и боковой стенок, нагружение крыши, нагружение пола и основания, установка на три опоры, проверка водонепроницаемости закрытого контейнера, проверку работоспособности запорных устройств.

4. Разработано мобильное приложение для клиента, перевозчика и контейнера-трансформера в качестве организационно-технологического решения в области цифровизации, подтвердившее работоспособность модифицированной имитационной модели процессов погрузки-разгрузки, транспортировки, перегрузки, складирования, идентификации и мониторинга объектов и процессов

в рамках продукта интернета вещей для городских перевозок и проведено тестирование, показавшее достоверность результатов на уровне не менее 90%.

5. Разработана методика составления транспортно–технологической карты в области цифровизации транспортно–логистических технологий, идентификации и мониторинга объектов и процессов, учитывающая координаты контейнера-трансформера и транспортных средств, количество свободных мест на транспортном средстве, технологию мобильного склада, транспортную сеть города, принятая к использованию на предприятии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Короткий, А. А. Контейнерные перевозки в урбанизированной среде с применением технологии «Интернет вещей» / А. А. Короткий, Н. Н. Николаев // Безопасность техногенных и природных систем. – 2020. – № 3. – С. 47-53. – DOI 10.23947/2541-9129-2020-3-47-53.

2. Лебедева, О. А. Моделирование спроса на городские грузовые перевозки в условиях ограниченной доступности данных / О. А. Лебедева // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2021. – № 8. – С. 175-176.

3. Организация перевозок грузов автомобильным транспортом / С. Н. Глаголев, А. Н. Новиков, И. А. Новиков [и др.]. – Белгород-Орел : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – 184 с. – ISBN 978-5-361-01268-8.

4. Повышение качества прогнозирования объемов перевозок с использованием нейронных сетей / В. В. Зырянов, Е. Ю. Семчугова, М. Р. Караева, А. А. Костенко // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 1-3(84). – С. 27-34. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-1-3(84)-27-34.

5. Мелкопартионная доставка товаров при использовании мультиагентного подхода / Д. Б. Ефименко, В. А. Демин, Д. А. Комкова, В. Д. Герами // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 1-1(80). – С. 125-131. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-1(80)-1-125-131.

6. Использование мультиагентного подхода при организации поставок в торговые сети / Д. Б. Ефименко, В. А. Демин, Д. А. Комкова, Г. В. Дарабовна // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 3-1(86). – С. 131-137. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-3-1(86)-131-137.

7. Герами, В. Д. К оценке надежности информационного обеспечения синхромодальных перевозок грузов / В. Д. Герами, А. В. Колик // Информационные технологии и инновации на транспорте : Материалы 5-ой Международной научно-практической конференции, Орёл, 22–23 мая 2019 года /

Под общей редакцией А.Н. Новикова. – Орёл: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2020. – С. 94-100.

8. Оценка надежности автомобильного перевозчика в цифровой транспортной платформе / А. Н. Дорофеев, В. М. Курганов, А. А. Король [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 2-2(85). – С. 115-122. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-2-2(85)-115-122.

9. Колесников, М. В. Управление экономическим обеспечением транспортных предприятий: региональный аспект / М. В. Колесников. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – 124с.

10. Блинкин, М. Я. Тенденции развития транспортной инфраструктуры городских агломераций / М. Я. Блинкин // Экономика железных дорог. – 2012. – № 7. – С. 49

11. Псеровская, Е.Д. Актуальность формирования системы распределения грузопотоков в крупных городах / Е.Д. Псеровская, А.П. Грэфенштейн // Техника и технология транспорта. – 2020. – № 4 (19). – С. 7. – Режим доступа: <http://transport-kgasu.ru/files/N19-14OYP420.pdf>. – Загл. с экрана.

12. Grefenshteyn, A.P. Relevance of the freight distribution system in major cities / A.P. Grefenshteyn, E.D. Pserovskaya // Материалы II Всероссийской 159 студенческой научно-практической конференции «Актуальные проблемы транспортной отрасли в России и за рубежом». – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2020. – С. 46 – 54.

13. Витвицкий, Е. Е. Установление возможности исполнения плана при централизованных перевозках грузов автомобильным транспортом в городах / Е. Е. Витвицкий, Р. Е. Шипицына // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2024. – № 1. – С. 157-165. – DOI 10.51955/2312-1327_2024_1_157.

14. Кайгородцев, А. А. Выбор конфигурации цепей поставок на основе комбинации имитационного моделирования и методов многокритериального оценивания / А. А. Кайгородцев, А. Н. Рахмангулов // Железнодорожный

транспорт и технологии : сборник трудов Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 29–30 ноября 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 256-260.

15. Коновалова, Т. В. К вопросу выбора критерия оптимизации маршрута при доставке грузов автомобильным транспортом / Т. В. Коновалова, О. С. Супрун // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 11. – С. 143-150.

16. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В. В. Сильянов, А. Н. Новиков, С. В. Еремин, А. Г. Шевцова. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва - Орёл - Белгород : Белгородский Государственный Технологический Университет им. В. Г. Шухова, 2024. – 331 с. – ISBN 978-5-361-01336-4.

17. Моделирование провозной способности городского пассажирского транспорта с учётом возможности улично-дорожной сети / Н. В. Якунина, Н. Н. Якунин, Д. А. Дрючин, С. В. Легашев // Автомобильная промышленность. – 2018. – № 3. – С. 27-31.

18. Дрючин, Д. А. Оценка эффективности мероприятий по совершенствованию городской улично-дорожной сети на основе результатов имитационного моделирования / Д. А. Дрючин, М. Р. Янучков // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 4. – С. 90-97. – DOI 10.25198/2077-7175-2019-4-90.

19. Покровский, А. К. Логистический менеджмент - ключ к взаимопониманию в цепи поставок / А. К. Покровский, Л. Б. Миротин // Логистика: современные тенденции развития : Материалы XIX Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 02–03 апреля 2020 года / Редколлегия: В.С. Лукинский (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2020. – С. 38-43.

20. Мелкопартионная доставка товаров при использовании мультиагентного подхода / Д. Б. Ефименко, В. А. Демин, Д. А. Комкова, В. Д. Герами // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 1-1(80). – С. 125-131. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-1(80)-1-125-131

21. «Грузовичкоф» предложил инвесторам рискнуть // РБК 03.04.2018 - [Электронный ресурс]. URL:https://www.rbc.ru/spb_sz/03/04/2018/5ac3926b9a79473466b50375.

22. Лукинский, В. С. Логистика и управление цепями поставок : Учебник и практикум / В. С. Лукинский, В. В. Лукинский, Н. Г. Плетнева. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство ЮРАЙТ", 2020. – 359 с. – ISBN 978-5-534-00208-9.

23. Тюрин, А. Ю. Особенности транспортировки грузов на последней миле / А. Ю. Тюрин // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2022 : Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, Кемерово, 23–24 ноября 2022 года / Редколлегия: А.А. Хорешок (отв. редактор), А.И. Фомин [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. – С. 835.1-835.5.

24. Актуальные направления реализации концепции устойчивого развития / Ю. М. Гришаева, М. И. Савосина, И. В. Спирин, О. Ю. Матанцева // Глобальные вызовы международного сотрудничества : Сборник статей Международной научной ассамблеи, Москва, 16–17 ноября 2021 года / Под редакцией И.В. Ильина. – МОСКВА: Межрегиональная общественная организация содействия изучению, пропаганде научного наследия Н.Д. Кондратьева, 2022. – С. 93-101. – DOI 10.46865/978-5-901640-38-8-2022-93-101.

25. Региональные особенности организации перевозок скоропортящихся грузов / Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян, Е. А. Лебедев [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2024. – № 4. – С. 61-64.

26. Ушаков, Д. В. Особенности архитектуры цифровой платформы для управления процессами перевозок скоропортящихся грузов / Д. В. Ушаков // Логистика. – 2024. – № 6(211). – С. 18-21.

27. Совершенствование транспортно-логистического процесса доставки грузов / И. Х. Хасанов, В. И. Рассоха, Р. Р. Ибряев, М. В. Литвинов // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XVIII международной научно-практической конференции, Оренбург, 15–17 ноября 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 475-479

28. Юргин, И. В. Анализ технологических процессов погрузочно-разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций на основе контейнерных перевозок / И. В. Юргин, В. С. Исаков // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2024. – № 3. – С. 237-248.

29. Leary, D. 8. International Maritime Organization (IMO) / D. Leary // Yearbook of International Environmental Law. – 2024. – Vol. 33, No. 1. – P. 259-264. – DOI 10.1093/yiel/yvad052.

30. Порт Шанхая сохранил статус лидера по обороту контейнеров 13-й год подряд // Коммерсантъ URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5757873> (дата обращения: 03.01.2023).

31. Гаджинский, А. М. Проектирование товаропроводящих систем на основе логистики : Учебник для образовательных организаций, реализующих программы высшего образования по направлениям подготовки «Торговое дело», «Экономика», «Менеджмент» (уровень бакалавриата) / А. М. Гаджинский. – 4-е издание, стереотипное. – Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2023. – 322 с. – ISBN 978-5-394-05119-7.

32. D. R. David, A. Nait-Sidi-moh, D. Durand, and J. Fortin, “Using Internet of Things technologies for a collaborative supply chain: Application to tracking of pallets and containers,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 56, no. 1, pp. 550–557, 2015, DOI: 10.1016/j.procs.2015.07.251.

33. Zingler, F. A conceptual framework for integrating urban freight deliveries with public transportation and crowdsourcing / F. Zingler, N. Vidyarthi // *Transportation Research Procedia*. – 2025. – Vol. 82. – P. 1293-1312. – DOI 10.1016/j.trpro.2024.12.247.

34. Promoting Sustainable and Intelligent Freight Transportation Systems in the Barcelona Metropolitan Area / L. Calvet, E. J. Alvarez-Palau, M. Viu [et al.] // *Transportation Research Procedia*. – 2021. – Vol. 58. – P. 408-415. – DOI 10.1016/j.trpro.2021.11.055.

35. Innovative Logistics Model and Containers Solution for Efficient Last Mile Delivery/ M. Dell'Amico, N.S. Hadjidimitriou// *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. – 2012– P. 1505-1514. – DOI:10.1016/j.sbspro.2012.06.1126.

36. Dynamic pooled capacity deployment for urban parcel logistics / L. Faugère, W. Klibi, Ch. White, B. Montreuil // *European Journal of Operational Research*. – 2022. – Vol. 303, No. 2. – P. 650-667. – DOI 10.1016/j.ejor.2022.02.051

37. Container Port Traffic by Country // *World Population Review* URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/container-port-traffic-by-country> (дата обращения: 12.08.2024).

38. Короткий, А. А. Технология контейнер-трансформер / А. А. Короткий, И.В. Юргин, А. П. Шерстюк // *Молодежная инициатива - 2020 : Материалы Городской научно-практической конференции с международным участием, Ростов-на-Дону, 04 декабря 2020 года. – Ростов-на-Дону: Южно-Российский институт управления - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (ЮРИУФ РАНХиГС), 2020. – С. 48-49.*

39. Горев, А. Э. Грузовые контейнерные перевозки: Учебник для направления бакалавриата «Технология транспортных процессов» / А. Э. Горев, О. В. Попова. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «КноРус», 2022. – 344 с. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-406-08909-5.

40. ГОСТ 20259-80 Контейнеры универсальные. Общие технические условия: дата введения 01.01.1982 / «Московский печатник», 2002. -17 с.

41. Патент на полезную модель № 207180 U1 Российская Федерация, МПК В65D 88/00. Складной грузовой контейнер : № 2021117155 : заявл. 11.06.2021 :

опубл. 15.10.2021 / А. Л. Кузнецов, О. А. Изотов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова».

42. Yinying Tang, Si Chen, Yuan Feng and Xinglong Zhu. Optimization of multi-period empty container repositioning and renting in CHINA RAILWAY Express based on container sharing strategy // European Transport Research Review. 2021. V. 13:42. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00498-y>

43. Container parameters // 4FOLD URL: <https://4foldcontainers.com/vision/> (дата обращения: 17.03.2024).

44. Кляпко, В. А. Внедрение складных контейнеров «4FOLD» в перевозочный процесс / В. А. Кляпко, Н. А. Слободчиков // Аэрокосмическое приборостроение и эксплуатационные технологии : Сборник докладов Второй Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 14–22 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. – С. 103-106. – DOI 10.31799/978-5-8088-1554-4-2021-2-103-106.

45. Container parameters // COLLAPSECON URL: <https://spectainer.com/products/collapsecon/> (дата обращения: 08.03.2024).

46. Кузнецов, А. Л. Селективность контейнеров в различных транспортно-технологических схемах / А. Л. Кузнецов, А. Д. Семенов, А. А. Радченко // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2020. – Т. 12, № 4. – С. 672-682. – DOI 10.21821/2309-5180-2020-12-4-672-682.

47. Collapsible container // Google Patents URL: <https://patents.google.com/patent/US4848618A/en> (дата обращения: 08.03.2021).

48. Collapsible container // Google Patents URL: <https://patents.google.com/patent/US20080277402A1/en> (дата обращения: 08.03.2021).

49. Патент № 2788837 С1 Российская Федерация, МПК В65D 88/52, В65D 90/48. Контейнер-трансформер : № 2022122502 : заявл. 19.08.2022 : опубл. 24.01.2023 / А. А. Короткий, А. В. Панфилов, Э. А. Панфилова, И. В. Юргин ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью Инженерно-консультационный центр «Мысль» Новочеркасского государственного технического университета.

50. Подшивалова, К. С. Проектирование схем движения с ограничением количества пунктов при партионной развозке грузов с нескольких баз / К. С. Подшивалова, С. Ф. Подшивалов, О. А. Вдовикина // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 3(74). – С. 71-79. – DOI 10.33979/2073-7432-2021-74-3-71-79.

51. Изюмский, А. А. Повышение эффективности бизнес-процессов транспортно-экспедиционной компании / А. А. Изюмский, Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 11-1. – С. 148-149. – DOI 10.23672/i6933-3808-2547-h.

52. Котенкова, И. Н. Организация грузовых перевозок в системе городского транспорта / И. Н. Котенкова, И. С. Сенин, А. А. Маслов // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств : Сборник научных трудов по материалам XVIII Международной научно-технической конференции, Саратов, 14 апреля 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., 2023. – С. 233-240.

53. Использование технологии контейнера-трансформера в городской среде / И. В. Юргин, Э. А. Панфилова, А. А. Поляков, Л. А. Терновской // Транспорт и логистика: Развитие в условиях глобальных изменений потоков: Сборник научных трудов VII международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 448-451.

54. Ковалева, Н. А. Развитие транспортно-технологических систем при организации контейнерных перевозок с применением современных технологий /

Н. А. Ковалева, Н. С. Воронин, А. И. Хашев // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2(58). – С. 119-127. – DOI 10.20291/2079-0392-2023-2-119-127.

55. Зябиров, Х. Ш. Эффективные методы и алгоритмы моделирования транспортных процессов и систем / Х. Ш. Зябиров, И. Н. Шапкин. – Москва : ООО "Издательство "Финансы и статистика", 2025. – 360 с. – ISBN 978-5-00184-124-1.

56. Коновалова, Т. В. Пути повышения эффективности использования автотранспорта производственных предприятий / Т. В. Коновалова, А. Ф. Гусикова, С. Л. Надирян // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2019. – № 8. – С. 188-191. – DOI 10.23672/SAE.2019.8.35823.

57. Покровская, О. Д. Совершенствование аналитического метода расчёта наличной пропускной способности с применением инструментов имитационного моделирования / О. Д. Покровская, М. А. Марченко, Я. В. Кукушкина // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 159-180. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-1-159-180.

58. Моделирование // Знание.Вики URL: <https://znanierussia.ru/articles/Моделирование> (дата обращения: 08.11.2024).

59. Юргин, И. В. Применение мультиагентного моделирования доставки грузов с использованием контейнеров-трансформеров / И. В. Юргин, А. А. Короткий // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 3(74). – С. 115-122. – DOI 10.33979/2073-7432-2021-74-3-115-122.

60. Трофимова, Л. С. Математическая модель функционирования автотранспортного предприятия при перевозке грузов в городе / Л. С. Трофимова // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. – № 2(69). – С. 69-78. – DOI 10.33979/2073-7432-2020-69-2-69-78

61. Юргин, И. В. Использование программы ANYLOGIC для моделирования процессов с использованием контейнеров-трансформеров / И. В. Юргин // Научно-технический вестник Брянского государственного

университета. – 2024. – № 2. – С. 140-149. – DOI 10.22281/2413-9920-2024-10-02-140-149.

62. Моделирование провозной способности городского пассажирского транспорта с учётом возможности улично-дорожной сети / Н. В. Якунина, Н. Н. Якунин, Д. А. Дрючин, С. В. Легашев // Автомобильная промышленность. – 2018. – № 3. – С. 27-31.

63. Гальченко, Г. А. Применение «умных» решений с использованием инструментария логистики для перевозочных процессов / Г. А. Гальченко, А. А. Короткий, И. В. Юргин // Информационные системы и технологии. – 2020. – № 5(121). – С. 50-57.

64. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023610127 Российская Федерация. Имитационная модель движения скоростных и пассажирских поездов по железнодорожной линии : № 2022685234 : заявл. 16.12.2022 : опубл. 09.01.2023 / О. Д. Покровская, М. А. Марченко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»

65. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов / М. Р. Якимов, Ю. В. Трофименко. – 2-е издание. – Пермь : Агентство РАДАР, 2022. – 536 с. – ISBN 978-5-6048401-0-8.

66. Боев, В. Д. Моделирование в среде AnyLogic : Учебное пособие / В. Д. Боев. – 1-е изд.. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 298 с. – (Бакалавр. Прикладной курс). – ISBN 978-5-534-02560-6.

67. Ляхович, Д. Г. Методические указания по использованию программного продукта AnyLogic / Д. Г. Ляхович. – Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2007. – 20 с.

68. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618471 Российская Федерация. Программа по автоматическому определению

техничко-эксплуатационных характеристик системы доставки грузов с использованием контейнеров-трансформеров : № 2024616734 : заявл. 02.04.2024 : опубл. 12.04.2024 / А. А. Короткий, И. В. Юргин ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Инженерно-консультационный центр «Мысль» Новочеркасского государственного технического университета.

69. Повышение эффективности эксплуатации парка автомобилей на газомоторном топливе на основе структурно-ориентированного моделирования / Н. Н. Якунин, Н. В. Якунина, Д. А. Дрючин, А. С. Тищенко // Автомобильная промышленность. – 2018. – № 2. – С. 21-24.

70. Юргин, И. В. Организация станций контейнеров при разработке системы шеринга контейнеров / И. В. Юргин, А. А. Короткий // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2023. – № 2. – С. 34-39. – DOI 10.36535/0236-1914-2023-02-6.

71. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе PTV Vision@VISUM / М. Р. Якимов, Ю. А. Попов. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Проспект", 2022. – 176 с. – ISBN 978-5-392-35972-1.

72. Коновалова, Т. В. Алгоритм выбора подвижного состава для перевозки грузов / Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2019. – № 10. – С. 239-242. – DOI 10.23672/SAE.2019.10.39019.

73. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024687083 Российская Федерация. Прогнозирование объёма перевозок при постановке тактических задач автотранспортного предприятия : № 2024686647 : заявл. 08.11.2024 : опубл. 14.11.2024 / А. А. Изюмский, А. О. Кудряшов, Д. А. Перегудова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет».

74. Иванов, Ф. Д. Особенности управления цепями поставок на основе агентного моделирования в среде Anylogic / Ф. Д. Иванов, М. О. Петраков // Молодежная неделя науки института промышленного менеджмента, экономики и торговли : Сборник трудов всероссийской студенческой научно-учебной конференции, Санкт-Петербург, 02–07 декабря 2024 года. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2025. – С. 234-237.

75. Коновалова, Т. В. Особенности финансово-экономического анализа деятельности автотранспортных предприятий / Т. В. Коновалова, С. Л. Надирян, С. В. Ненастин // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 3(43). – С. 137-141.

76. Демин, В. А. Критерии эффективности транспортно-логистических систем / В. А. Демин // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16, № 5(78). – С. 192-198

77. Сукало, Г. М. Экономика организации : учебное пособие / Г. М. Сукало. – Второе издание, исправленное и дополненное. – Москва : ООО «Директ-Медиа», 2025. – 208 с. – ISBN 978-5-4499-4806-9.

78. Покровская, О. Д. Разработка математической модели и автоматизированного алгоритма расчёта пропускной способности / О. Д. Покровская, М. А. Марченко, Я. В. Кукушкина // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 181-196. – DOI 10.12731/2227-930X-2023-13-1-181-196.

79. Жанказиев, С. В. Подходы к построению модели рисков и угроз высокоавтоматизированных транспортных средств / С. В. Жанказиев // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления : сборник научных трудов, Москва, 17–20 июня 2024 года. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2024. – С. 51-54.

80. Веремчук, Н. С. О разработке имитационной модели доставки груза / Н. С. Веремчук // Перспективы науки. – 2021. – № 11(146). – С. 41-44.

81. Супруновский, А. В. Применение имитационного моделирования для оценки качества цепей поставок на транспорте / А. В. Супруновский, Л. Д. Зуева, Т. А. Савельева // Молодая наука Сибири. – 2020. – № 4(10). – С. 108-112.

82. Лемчик, В. В. Моделирование и оценка сроков доставки грузов / В. В. Лемчик, А. И. Хашев // Транспорт: наука, образование, производство : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 24–26 апреля 2024 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 77-80. – EDN MIXLOX..

83. Раменская, А. В. Имитационное моделирование в работе служб доставки грузов / А. В. Раменская, О. Н. Яркова // Десятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2021) : Труды конференции (электронное издание), Санкт-Петербург, 20–22 октября 2021 года / Редакторы Плотников А.М., Долматов М.А., Смирнова Е.П.. – Санкт-Петербург: АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», 2021. – С. 601-605.

84. Антонова, Т. Р. Имитационное моделирование процесса выполнения заказов на перевозки грузов в среде Anylogic / Т. Р. Антонова, А. В. Гринченко // Инженерия в строительстве и транспорте. Тенденции развития современной науки : Материалы I всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Липецк, 06–07 июня 2019 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2020. – С. 61-65.

85. Маршрутизация контейнерных поездов в современных условиях / С. О. Литвинцев, И. О. Лобыцин, М. В. Кудрявцева, Н. М. Богуславская // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2024. – № 3(83). – С. 52-66. – DOI 10.26731/1813-9108.2024.3(83).52-66.

86. Спеваков, Р. В. Исследование логистических процессов и систем с использованием методов имитационного моделирования / Р. В. Спеваков // Экономика. Общество. Человек : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием: «Проблемы, тенденции и последствия цифровизации общества и личности: междисциплинарные исследования», Белгород, 18–19 мая 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 243-249.

87. Матвеев, А. Г. Метод экстраполяции пассажиропотоков по геолокации мобильных устройств на городском пассажирском транспорте / А. Г. Матвеев, Т. А. Менухова // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2(65). – С. 29-39. – DOI 10.52170/1815-9265_2023_65_29.

88. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021667210 Российская Федерация. Мобильное приложение для устройств на базе Android "Грузы и Транспорт" : № 2021666737 : заявл. 26.10.2021 : опубл. 26.10.2021 ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Трансборд".

89. Грос, С. А. Особенности применения кластеризации в системе мониторинга транспорта / С. А. Грос, Т. А. Онуфриева // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 44-50. – DOI 10.18127/j20700814-202002-07.

90. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025619606 Российская Федерация. Мобильное приложение для водителя коммерческого колесного пассажирского транспорта : заявл. 27.03.2025 : опубл. 16.04.2025 / А. А. Назмиев ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Бизнес Партнер".

91. Хасанов, М. И. Разработка мобильных приложений / М. И. Хасанов // Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации : Сборник материалов X Международной научно-практической конференции, Москва, 02 октября 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство АЛЕФ», 2023. – С. 107-110.

92. Захаров, Н. С. Моделирование закономерностей формирования производственной структуры предприятий автомобильного транспорта / Н. С. Захаров, Е. С. Козин // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 2-2(89). – С. 11-19. – DOI 10.33979/2073-7432-2025-2-2(89)-11-19.

93. Ефромеева, Е. В. Имитационное моделирование: основы практического применения в среде AnyLogic : Учебное пособие / Е. В. Ефромеева, Н. М. Ефромеев. – Саратов : Вузовское образование, 2020. – 120 с. – ISBN 978-5-4487-0586-1.

94. ГОСТ Р 51876-2008 Контейнеры грузовые серии 1. Технические требования и методы испытаний. Часть 1. Контейнеры общего назначения: дата введения 01.01.2009 / «Московский печатник», 2002. -38 с.

95. Моделирование информационного обеспечения для оптимизации логистических задач в сфере транспорта с использованием программируемого имитатора складного контейнера / А. А. Короткий, А. А. Масленников, Д. А. Яковлева, И. В. Головки // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 311-316. – DOI 10.23947/2687-1653-2020-20-3-311-316.

96. Проведение испытаний контейнеров // Использование подъемно-транспортного оборудования и транспортных средств для обработки крупнотоннажных контейнеров. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2022. – С. 69-72.

97. Короткий, А. А. Улучшение экологической обстановки мегаполиса при использовании умного контейнера - трансформера SmartBoxCity / А. А. Короткий, Г. А. Гальченко, Д. С. Дроздов // Безопасность техногенных и природных систем. – 2021. – № 1. – С. 67-75. – DOI 10.23947/2541-9129-2021-1-67-75.

98. Испытание тарной продукции на ударную прочность / Ю. А. Пикалов, В. С. Секацкий, Я. Ю. Пикалов, В. Н. Моргун // Контроль качества продукции. – 2020. – № 8. – С. 59-64.

99. Патент № 2467300 С1 Российская Федерация, МПК G01M 7/08. Стенд динамических испытаний : № 2011125964/28 : заявл. 23.06.2011 : опубл. 20.11.2012 / О. В. Иванова, С. А. Краюхин, Н. В. Лапичев [и др.] ; заявитель Российская Федерация, от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» - ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».

100. Проведение испытаний контейнеров // Использование подъемно-транспортного оборудования и транспортных средств для обработки крупнотоннажных контейнеров. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова, 2022. – С. 69-72.

101. Испытания макета транспортного упаковочного контейнера / В. В. Абрамов, А. Г. Казанцев, О. М. Петров [и др.] // Атомная энергия. – 2023. – Т. 134, № 3-4. – С. 164-169.

102. Берека, И. А. Анализ тенденций в секторе перевозок контейнеров автомобильным транспортом / И. А. Берека, Д. И. Иркиенко // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований : сборник статей по материалам LXXXVII международной научно-практической конференции, Новосибирск, 26 мая 2025 года. – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Сибирская академическая книга", 2025. – С. 138-144.

103. Шевченко, А. А. Экологическое сравнение видов транспорта. Преимущества контейнерных перевозок / А. А. Шевченко // Вестник науки. – 2025. – Т. 4, № 1(82). – С. 1245-1251.

104. Егоров, Р. Н. Обеспечение качества перевозки мелкопартионных грузов автомобильным транспортом / Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 3. – С. 62-67. – DOI 10.34286/1995-4646-2020-72-3-62-67.

105. Андреев, О. П. Особенности оптимизации маршрутов автомобильных перевозок / О. П. Андреев, С. С. Доронин // Техника и технологии: теория и практика. – 2020. – № 1. – С. 78-87. – DOI 10.34286/2712-7419-2020-1-1-78-87.

106. Хайруллина, А. Ч. Поиск путей оптимизации перевозок мелкопартионных грузов / А. Ч. Хайруллина // Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах, Тюмень, 04–

06 декабря 2019 года / Отв. редактор А.В. Медведев. Том 2. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. – С. 306-309.

107. Башмаков, И. А. Менеджмент взаимоотношений на основе логистики в цепях товародвижения / И. А. Башмаков, Л. Б. Миротин, А. К. Покровский. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2020. – 132 с. – ISBN 978-5-4365-5428-0.

108. Домке, Э. Р. Совершенствование организации перевозочного процесса грузов автомобилями : Монография / Э. Р. Домке, С. А. Жесткова. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. – 130 с. – ISBN 978-5-4497-1660-6.

109. Горкавой, П. Г. Проблемы совместной разработки программного обеспечения / П. Г. Горкавой, Д. А. Замотайлова // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития: сборник материалов XIII международного форума, Краснодар, 13–18 июля 2020 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 311-313.



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
 "СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
 КОНЦЕРНА ВКО "АЛМАЗ-АНТЕЙ" – ОБУХОВСКИЙ ЗАВОД"

192012, Россия, Санкт-Петербург, вн.тер.г. муниципальный округ Рыбацкое, пр-кт Обуховской Обороны, д. 120, стр. 19, помещ. 1-Н, №708
 ОКПО 07513234, ОГРН 1037825058732, ИНН/КПП 7811144648/785050001, тел.: (812) 363-93-40, тел./факс: (812) 363-98-11, e-mail: dou@goz.ru

02.02.2025 № 6788/234

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
 генеральный конструктор



А.В. Васильев
 02 2025 г.

АКТ

**о внедрении результатов диссертационного исследования
 Юргина Ивана Владимировича на тему:
 «Развитие технологии городских перевозок грузов с использованием
 контейнеров-трансформеров».**

Настоящий Акт составлен о том, что подсекция НТС акционерного общества «Северо-западный региональный центр Концерна воздушно-космической обороны «Алмаз-Антей» - Обуховский завод», г. Санкт-Петербург, рассмотрев теоретические разработки и практические результаты диссертационного исследования Юргина И.В., и разработанную им методику по составлению транспортно-технологической карты на погрузочно-разгрузочные, транспортировочные и прочие операции с применением контейнера-трансформера smartboxairdeck при перевозке грузов в урбанизированной среде, считает возможным использовать полученные результаты Юргина И.В. во вспомогательном технологическом цикле предприятия при обосновании количественной и качественной структуры парка контейнеров-трансформеров с механизмом трансформации из материала типа Airdeck для транспортирования специальных изделий.

Заместитель генерального конструктора,
 начальник конструкторского комплекса № 4,
 главный конструктор, к.т.н

 Таричко В.И.

Заместитель начальника конструкторского
 комплекса № 4, к.т.н., доцент по специальности

 Усов О.А.

г/н.г.с.	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н939ТС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,
▶ Н939ТС37	Магазин	Глубокий	Пароход	пер. К. Маркса, 29
Н939ТС37	Магазин	Тарасовский	Квартет	Советская, дом № 25
Н939ТС37	Магазин	Миллерово	Миллерово 1	3 Интернационала ул. дом № 706
Н939ТС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н.г.с.	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н293КС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,
▶ Н293КС37	Магазин	Константиновск	Кластер	ул. 24 Гвардейской Дивизии
Н293КС37	Магазин	Константиновск	Саркел	Атаманская ул. 182, А
Н293КС37	Магазин	Константиновск	Дозор	Ермака, дом № 18, корпус б
Н293КС37	Магазин	Константиновск	Кластер	ул. 24 Гвардейской Дивизии
Н293КС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н.г.с.	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
А002ММ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,
▶ А002ММ37	Магазин	Шахты	Майдан	Садовая ул. дом № 25
А002ММ37	Магазин	Красный Сулин	Смак	Гагарина ул. дом № 6 корпус А
А002ММ37	Магазин	Красный Сулин	Блажен	Центральная ул. дом № 19
А002ММ37	Магазин	Красный Сулин	Красный Сулин	50 лет Октября ул. дом № 30
А002ММ37	Виртуальная		Стоянка 1	
А002ММ37	Магазин	Новошахтинск	Новошахтинск	Харьковская ул. дом № 122
А002ММ37	Магазин	Новомеркасск	Буденновский	Буденновская ул. дом № 194
А002ММ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н.г.с.	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н290КС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,
▶ Н290КС37	Магазин	Гуково	Гуково	К. Маркса ул. дом № 53
Н290КС37	Магазин	Гуково	Органика	Карла Маркса ул. 45
Н290КС37	Магазин	Гуково	Моготон	Саратовская, дом № 8
Н290КС37	Магазин	Гуково	Панарин	Некрасова ул. дом № 59
Н290КС37	Магазин	Гуково	Гуково 2 Мир	Мира ул.
Н290КС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н.г.с.	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
В8036026	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,
▶ В8036026	Магазин	Морозовск	Ангураж	ул. Ворошилова, 28-30
В8036026	Магазин	Морозовск	Букрест	ул. Ленина 220 А
В8036026	Магазин	Морозовск	Ангураж	ул. Ворошилова, 28-30
В8036026	Магазин	Морозовск	Холодный	Луначарского ул. дом № 11
В8036026	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н. пос. Интернациональный, ул. Майская,

Рисунок П2.1 - Информация о маршрутах АО «Тандер»

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказ
Н2889С37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		
Н2889С37	Магазин	Каменск	Шахты: Неолит	Кирова, дом № 67	Г, Р, С	
Н2889С37	Магазин	Каменск	Шахты: Акцент	Ленина ул. дом № 2	Г, Р, С	
Н2889С37	Магазин	Донецк	Респект	Осиленко пер. дом № 6	В, Р, С	
Н2889С37	Виртуальная с		Стоянка 1			
Н2889С37	Магазин	Донецк	Донецк 2 Гага	Гагарина пер	В, Р, С	
Н2889С37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказ
Н300ТС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		
Н300ТС37	Магазин	Волгодонск	Волгодонск 1	Курчатова пр-кт, дом № 18	А, Р, С	
Н300ТС37	Магазин	Волгодонск	Волгодонск 2	ул. Морская, 15 В	А, Р, С	
Н300ТС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказ
Н5280Р37	Распределительный центр	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		
Н5280Р37	Магазин	Константиновск	Фасон	ул. Ленина, 101		
Н5280Р37	Магазин	Волгодонск	Карло	К. Маркса, дом № 21		
Н5280Р37	Магазин	Волгодонск	Ассорти	Ленина ул. дом № 102		
Н5280Р37	Магазин	Волгодонск	Локон	ул. 30 Лет Победы, 4		
Н5280Р37	Виртуальная стоянка		Стоянка 1			
Н5280Р37	Распределительный центр	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказ
Н727ТС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		
Н727ТС37	Магазин	Красный Сулин	Ксенон	Сулинская ул. дом № 29, корпус в	В, Р, С	
Н727ТС37	Магазин	Красный Сулин	Диорит	ул. Ворошилова, 6/24	Г, Р, С	
Н727ТС37	Магазин	Красный Сулин	Базен	Центральная ул. дом № 19	Г, Р, С	
Н727ТС37	Магазин	Зверово	Улыбка	Колесникова ул. дом № 7, корпус А	В, Р, С	
Н727ТС37	Магазин	Зверово	Зверово	Обухова ул. дом № 35	Г, Р, С	
Н727ТС37	Магазин	Зверово	Улыбка	Колесникова ул. дом № 7, корпус А	В, Р, С	
Н727ТС37	Магазин	Зверово	Зверово	Обухова ул. дом № 35	Г, Р, С	
Н727ТС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Дополнительная информация	Заказ
Н910НТ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		
Н910НТ37	Магазин	Заводской	Троянский	Парковая ул. дом № 20	В, П, Р, С	
Н910НТ37	Магазин	Заводской	Эстет	мкр. Заводской, ул. Луначарского, 7	Г, Р, С	
Н910НТ37	Магазин	Красновка	Красновка	ул. Профильная, 12-Б	Г, Р, С	
Н910НТ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,		

Рисунок П2.2 - Информация о маршрутах АО «Тандер»

№	Объект	Тип	Наименование	Адрес
44-0210-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,
44-0210-07	Магистраль	Шанты	Шанты МД	Текстильная ул. дом № 12
44-0210-07	Магистраль	Шанты	Колобок	Ленинского Комсомола ул. дом № 45
44-0210-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,

№	Тип объекта	Наименование	Название	Адрес
44-0380-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,
44-0380-07	Магистраль	Каньонские	Западная	Садовый пер. дом № 236
44-0380-07	Магистраль	Каньонские	Каньонские	ул. Советская 1А
44-0380-07	Магистраль	Каньонские	Кордон	Шоссе Новый пер. дом № 1 корпус Г
44-0380-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,

№	Тип объекта	Наименование	Название	Адрес
44-0390-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,
44-0390-07	Магистраль	Шанты	Миллеровский	Ленина ул. дом № 163
44-0390-07	Магистраль	Шанты	Миллеров	Ворошилов ул. дом № 17
44-0390-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,

№	Тип объекта	Наименование	Название	Адрес
44-0400-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,
44-0400-07	Магистраль	Крылевская	Нейрон	Мостовая дом № 4 корпус в
44-0400-07	Магистраль	Крылевская	Иттрай	Школьная ул. 32
44-0400-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,

№	Тип объекта	Наименование	Название	Адрес
44-0410-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,
44-0410-07	Магистраль	Персмановский	Аграрии	Персмановский п. Школьная ул. 7
44-0410-07	Магистраль	Персмановский	Персмановский	Миллеров ул. дом № 12 корпус Б
44-0410-07	Магистраль	Новосельская	Тысячная	Визирова ул. дом № 9 корпус 2
44-0410-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,

№	Тип объекта	Наименование	Название	Адрес
44-0420-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,
44-0420-07	Магистраль	Шанты	Ладский	Крылевская ул. дом № 116
44-0420-07	Магистраль	Шанты	Романс	ул. Парковая 7
44-0420-07	Магистраль	Шанты	Рубинзон	Ленинского Комсомола пр-кт. дом № 22
44-0420-07	Магистраль	Шанты	Шанты	Октябрьский р-н пос. Интернациональный ул. Майская,

Рисунок П2.3 - Информация о маршрутах АО «Тандер»

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес	Д/н
Н337С37	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,	
Н337С37	Магазин	Лимовский	Властелин	ул. Гагарина, дом № 14	В
Н337С37	Магазин	Каневск. Шахты	Ацетат	Пеняна ул. дом № 2	Г
Н337С37	Магазин	Каневск. Шахты	Первосдатейн	Сапрыгина ул. дом № 7А	Г
Н337С37	Магазин	Каневск. Шахты	Триерей	ул. Лимовская, 7А	Г
Н337С37	Магазин	Каневск. Шахты	Темалы	Красная ул. дом № 18	Г
Н337С37	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,	

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н337МС37	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
Н337МС37	Магазин	Каневск. Шахты	Компаньон	Желябова дом № 44
Н337МС37	Магазин	Каневск. Шахты	Родстер	Карла Маркса пр-кт. 70
Н337МС37	Магазин	Каневск. Шахты	Первосдатейн	Сапрыгина ул. дом № 7А
Н337МС37	Виртуальная		Стоянка 1	
Н337МС37	Магазин	Каневск. Шахты	Каневск. Шахт	Астаховский пер. дом № 89
Н337МС37	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
В0749Р26	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
В0749Р26	Виртуальная		Стоянка 1	
В0749Р26	Магазин	Казанская	Лилия	Темирязева ул. дом № 141
В0749Р26	Магазин	Казанская	Солнст	Советская дом № 32
В0749Р26	Магазин	Казанская	Лилия	Темирязева ул. дом № 141
В0749Р26	Магазин	Веденская	Каламари	Розы Люксембург пер. 6
В0749Р26	Магазин	Базковская	Базковский	Пеняна дом № 3
В0749Р26	Стоянка	Базковская	Базковский	Ростовская обл, Шолоховский р-н, Базковская ст-ца, Лев
В0749Р26	Виртуальная		Стоянка 2	
В0749Р26	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н440В437	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
Н440В437	Магазин	Ташинская	Ташинский	Борща Революции дом № 40
Н440В437	Магазин	Ташинская	Гураны	Борща Революции пл. дом № 2
Н440В437	Магазин	Ташинская	Баска	Борща Революции пл. 25
Н440В437	Магазин	Быстрогорский	Ролковей	Торговой пер. дом № 2
Н440В437	Магазин	Жирнов	Рудкоп	Театральная, дом № 3
Н440В437	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н124Т437	Населенный пункт	Волгодонск	Волгодонск	
В0749Р26	Распределит	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

Рисунок П2.4 - Информация о маршрутах АО «Тандер»

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н090ВТ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
Н090ВТ37	Магазин	Морозовск	Активация	Кирова ул, 91
Н090ВТ37	Магазин	Морозовск	Тексер	ул. Зеленского, 69
Н090ВТ37	Магазин	Морозовск	Активация	Кирова ул, 91
Н090ВТ37	Магазин	Морозовск	Автор	Руднева ул, 181
Н090ВТ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н010МС37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
Н010МС37	Магазин	Ейск	Ейск 2 Тамань	Таманская ул
Н010МС37	Магазин	Тихорецк	Тихорецк 1 Шс	Шоссейная ул, дом № 3
Н010МС37	Магазин	Усть Лабинск	Усть Лабинск	Ленина ул

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н784ОР37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
Н784ОР37	Магазин	Новочеркасск	Домашний	Баклановский пр-кт, дом № 154, корпус В
Н784ОР37	Магазин	Новочеркасск	Лаура	ул. Горького 25
Н784ОР37	Магазин	Новочеркасск	Новочеркасск	С.В. Мацоты ул, 58
Н784ОР37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н818ОР37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
Н818ОР37	Магазин	Усть Донецкий	Фазан	Промышленная ул, дом № 5, корпус А
Н818ОР37	Магазин	Константиновск	Дозор	Ермака, дом № 18, корпус 6
Н818ОР37	Магазин	Константиновск	Фасон	ул. Ленина, 101
Н818ОР37	Магазин	Константиновск	Парча	Карташова ул, 43
Н818ОР37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н/тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
Н997НТ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
Н997НТ37	Магазин	Тарасовский	Квартет	Советская, дом № 25
Н997НТ37	Виртуальная с		Стоянка 1	
Н997НТ37	Магазин	Миллерово	Миллерово	Льва Толстого ул, дом № 44
Н997НТ37	Магазин	Миллерово	Ободок	Льва Толстого ул, 44
Н997НТ37	Магазин	Миллерово	Цейлон	3-го Интернационала ул, дом № 5, 2
Н997НТ37	Распределитель	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

Рисунок П2.5 - Информация о маршрутах АО «Тандер»

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
E956KX71	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
E956KX71	Магазин	Новочеркасск	Юнкер	Ленгника, дом № 4
E956KX71	Магазин	Шахты	Макеевский	ул. Советская, 119
E956KX71	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
A991AA37	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
A991AA37	Магазин	Новочеркасск	Круг	Московская ул, дом № 69
A991AA37	Магазин	Новочеркасск	Буденовский	Буденновская ул, дом № 194
A991AA37	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
E956KX71	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
E956KX71	Магазин	Донецк	Донецк 2 Гага	Гагарина пер
E956KX71	Магазин	Донецк	Мористый	60-й кв-п, 6
E956KX71	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
A991AA37	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
A991AA37	Магазин	Шахты	Арабески	Чернокозова пр-кт, 80
A991AA37	Магазин	Шахты	Макеевский	ул. Советская, 119
A991AA37	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
E956KX71	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
E956KX71	Магазин	Шахты	Перечный	Дачная ул. 269
E956KX71	Магазин	Шахты	Литературный	Строигелей пр-кт, 16 а
E956KX71	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

г/н тс	Тип объекта	Населенный пункт	Название	Адрес
A991AA37	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,
A991AA37	Магазин	Шахты	Робинзон	Ленинского Комсомола пр-кт, дом № 22
A991AA37	Магазин	Шахты	Квебек	ул. Советская, 191
A991AA37	Распредел	Шахты	Шахты	Октябрьский р-н, пос. Интернациональный, ул. Майская,

Рисунок П2.6 - Информация о маршрутах АО «Тандер»

10:00
Ожидающих ТС - 32

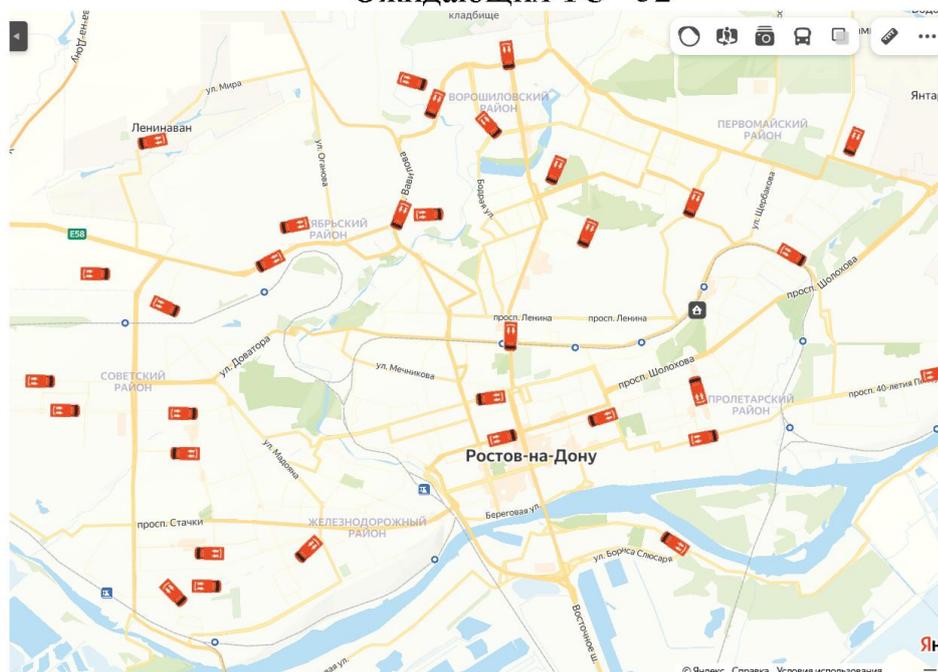


Рисунок ПЗ.1 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

11:00
Ожидающих ТС - 21

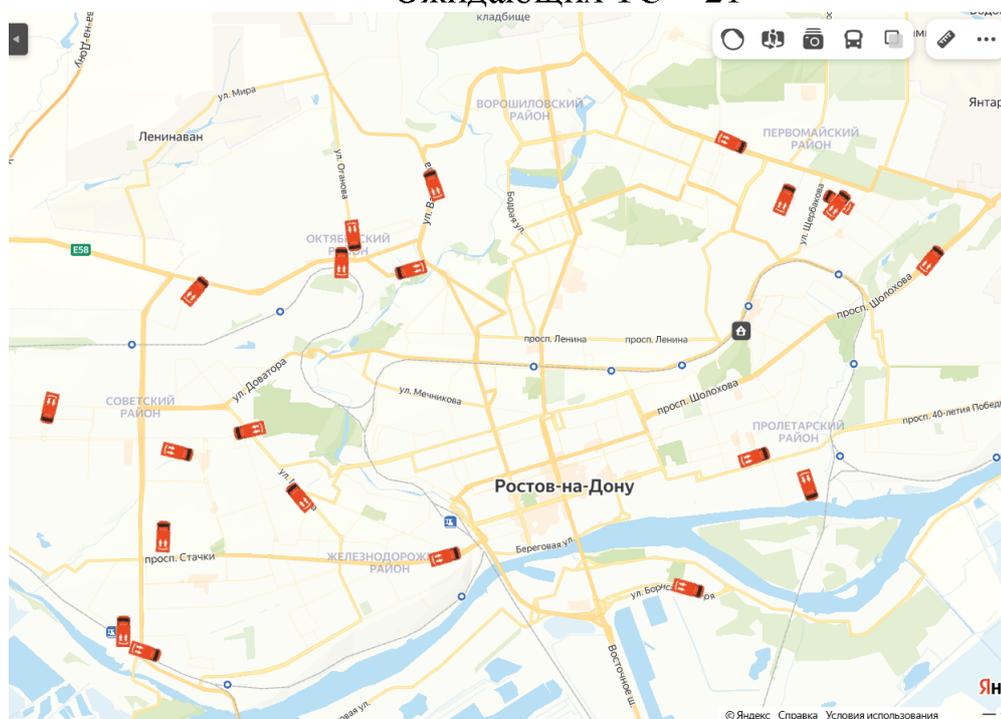


Рисунок ПЗ.2 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

12:00
Ожидающих ТС - 46

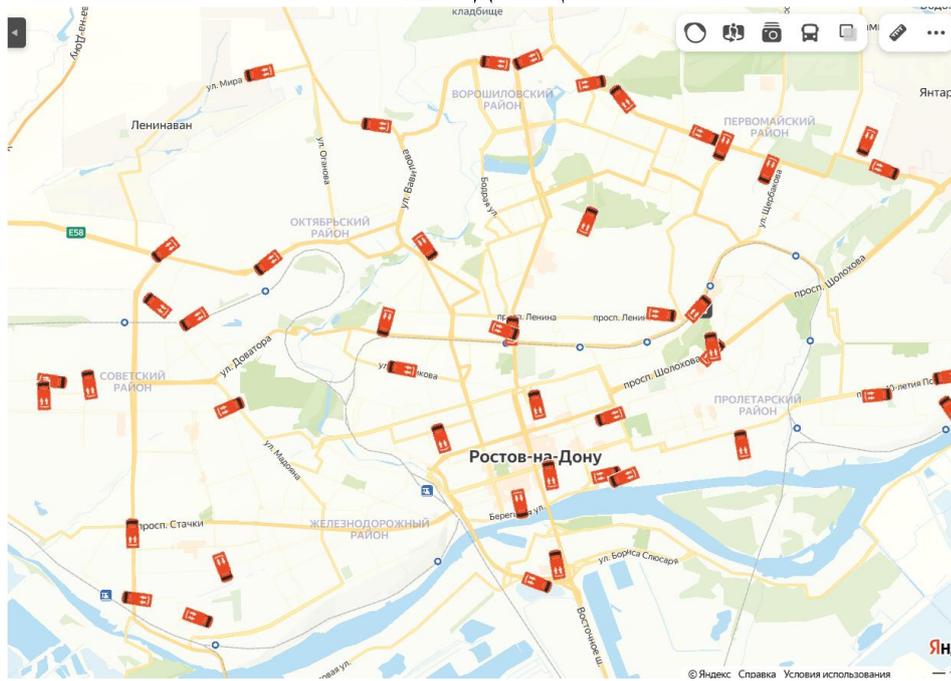


Рисунок ПЗ.3 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

13:00
Ожидающих ТС - 52

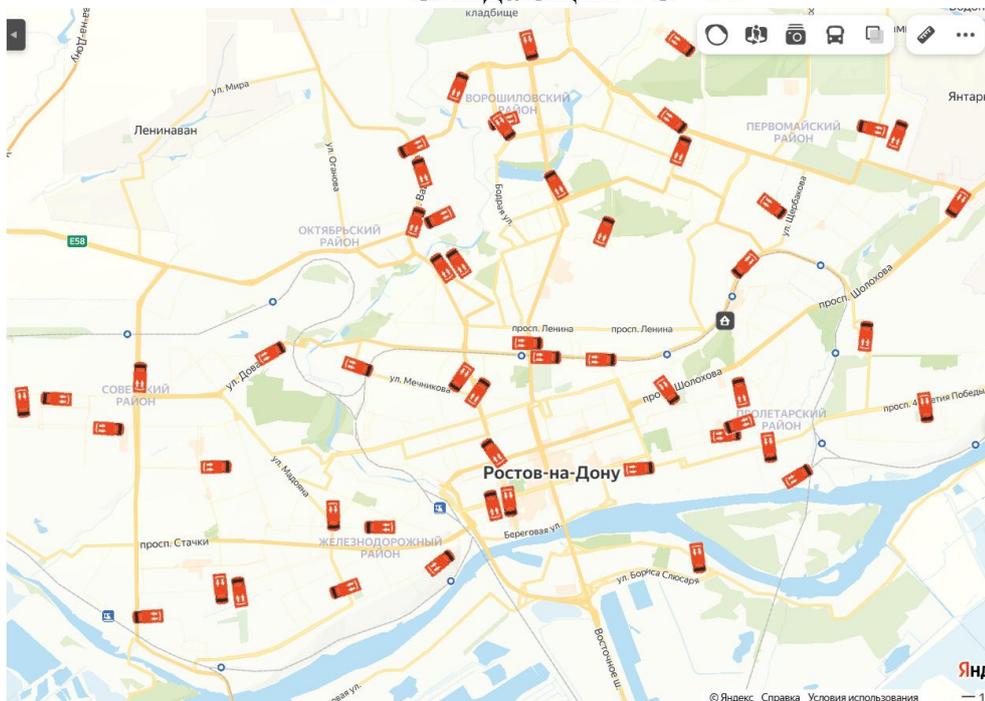


Рисунок ПЗ.4 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

14:00
Ожидающих ТС - 47

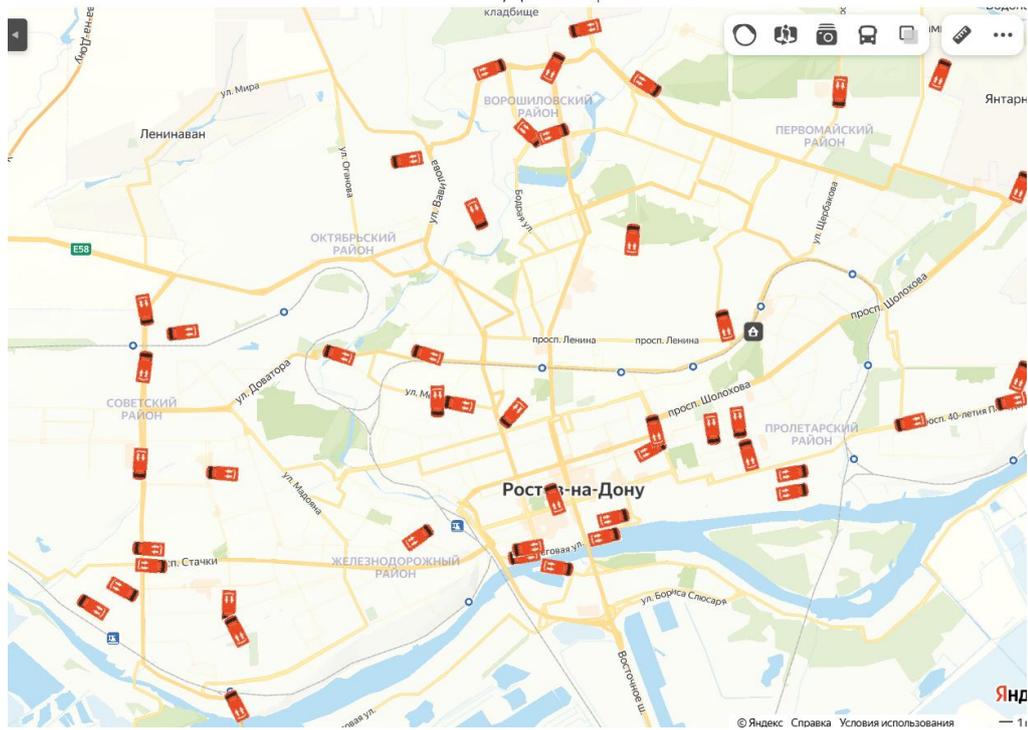


Рисунок ПЗ.5 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

15:00
Ожидающих ТС - 54

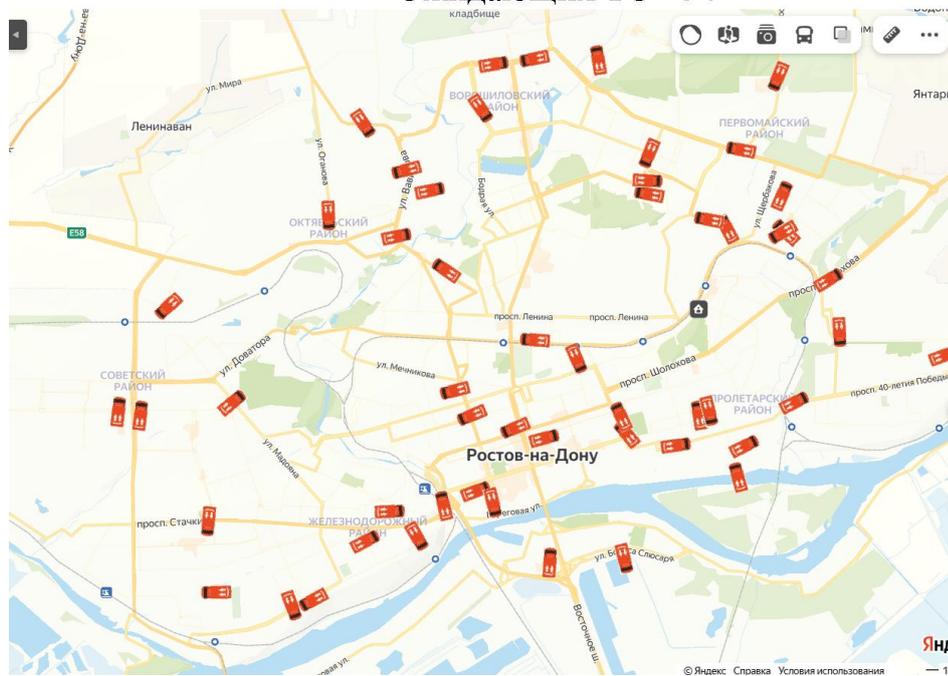


Рисунок ПЗ.6 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

16:00
Ожидающих ТС - 42

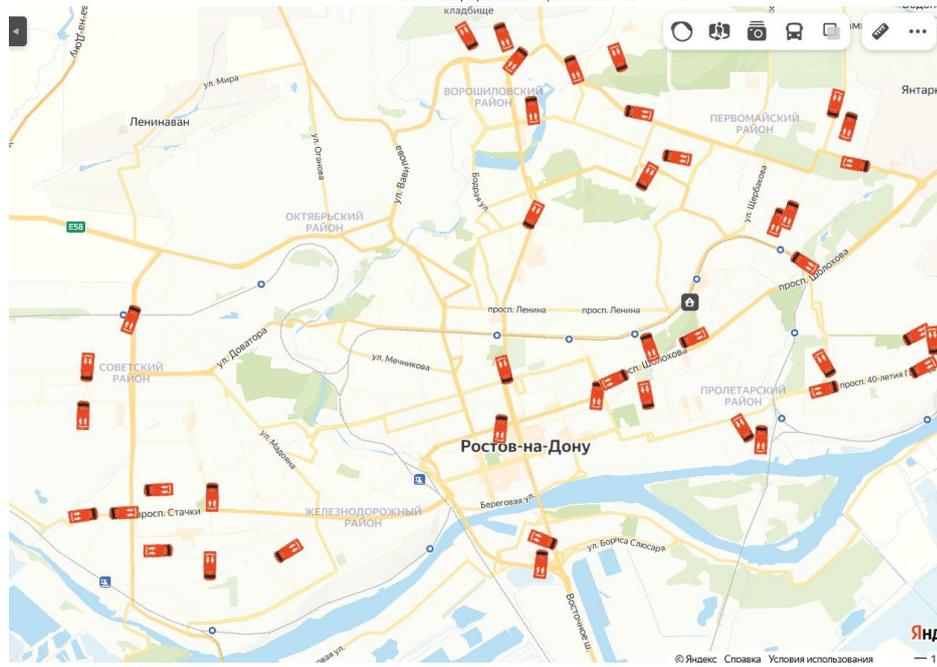


Рисунок ПЗ.7 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

17:00
Ожидающих ТС - 42

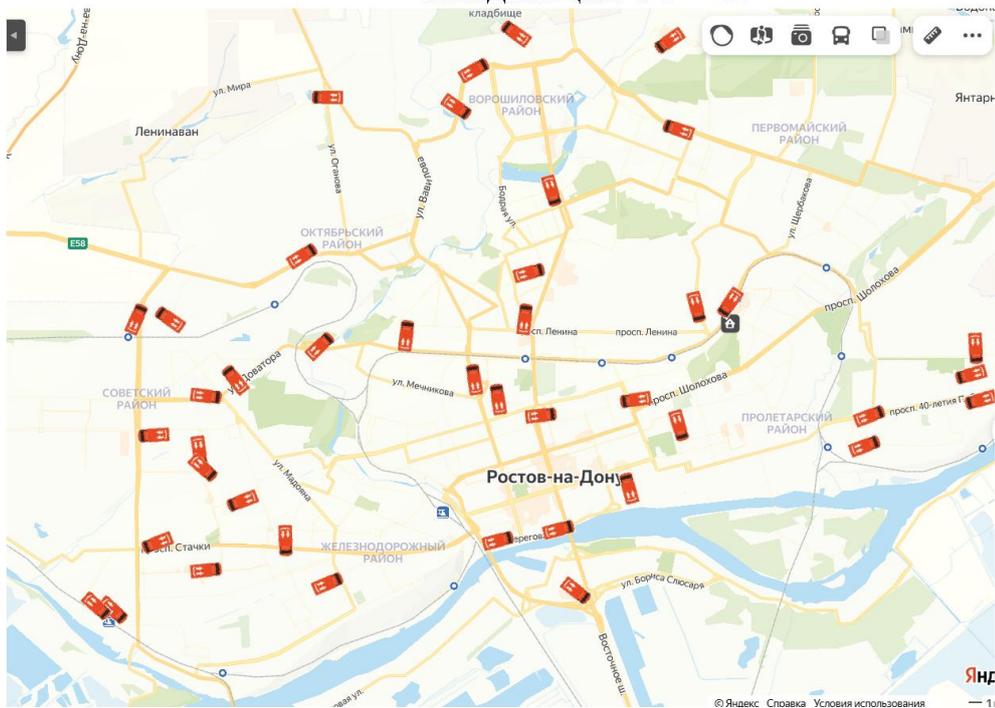


Рисунок ПЗ.8 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

18:00
Ожидающих ТС - 38

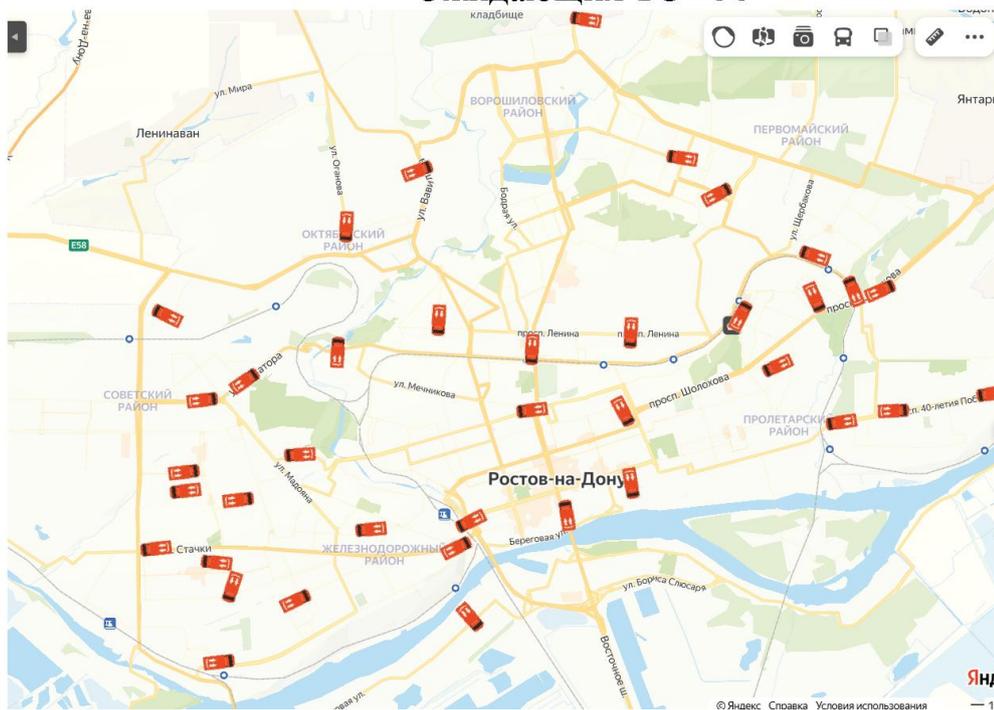


Рисунок ПЗ.9 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов

19:00
Ожидающих ТС - 36

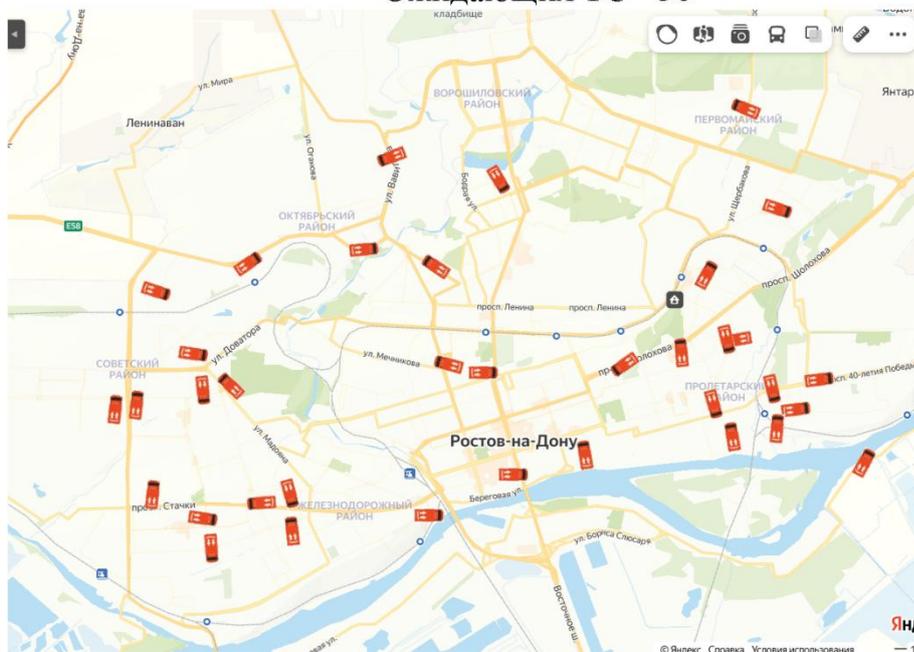


Рисунок ПЗ.10 - Автомобили грузового «Яндекс.Такси» в ожидании заказов